О. Д. КУЛАБУХОВ
ПОДПОЛКОВНИК КАНДИДАТ ТЕХНИЧЕСКИХ НАУК

СБОРНЫЕ
ЖЕЛЕЗОБЕТОННЫЕ ФОРТИФИКАЦИОННЫЕ СООРУЖЕНИЯ

ВОЕННОЕ ИЗДАТЕЛЬСТВО
МИНИСТЕРСТВА ОБОРОНЫ СССР
МОСКВА—1963

Кулабухов О. Д., подполковник кандидат технических наук.
СБОРНЫЕ ЖЕЛЕЗОБЕТОННЫЕ ФОРТИФИКАЦИОННЫЕ СООРУЖЕНИЯ

Брошюра имеет целью ознакомить военного читателя с конструкциями сборных железобетонных фортификационных сооружений, способами их изготовления и использования при укреплении позиций.

Наряду с этим в брошюре имеется много полезных рекомендаций, которые могут быть использованы войсками при устройстве различных сооружений из сборных железобетонных элементов.

Брошюра предназначена для солдат, сержантов и офицеров, а также студентов, проходящих военную подготовку.

ВВЕДЕНИЕ

Народы Советского Союза вступили в период развернутого строительства коммунистического общества. Исторический XXII съезд КПСС определил величественные перспективы дальнейшего подъема экономики и культуры нашей страны на ближайшие 20 лет.

Бурный рост промышленности и, как следствие, рост гражданского и промышленного строительства преобразили за последние десятилетия города и населенные пункты, промышленные центры и сельские поселки. На смену дереву, кирпичу и камню уверенно идет сборный железобетон промышленного изготовления.

Во всех странах развивается строительство индустриальными методами, т. е. такое строительство, при котором детали зданий и сооружений изготавливаются, как правило, вне строительной площадки, на комплексно-механизированных предприятиях, а на месте строительства осуществляется только сборка с применением средств механизации. В связи с этим широкое распространение получили домостроительные комбинаты, с которых выходят полностью комплектные и готовые к сборке дома или промышленные сооружения. Большое место в таких комбинатах всегда занимают цехи железобетонных деталей. Из железобетонных деталей делаются фундамент, каркас, стены, несущие колонны и балки, перекрытия, кровля и многие другие детали.

Поскольку фортификация как наука об укреплениях опиралась и опирается на достижения техники и промышленности, указанные выше изменения значительно повлияли на развитие фортификации.

Наряду с деревом и землей, которые применялись при возведении укреплений на протяжении всей истории войн, появились новые материалы — бетон, а затем железобетон, из которых уже в конце XIX века возводились сооружения и части укреплений.

Важным является то, что железобетон в фортификации

быстро завоевал название местного материала, т. е. материала, для которого сырье в основном имеется на месте строительства или вблизи него. Около 80% веса железобетонных конструкций приходится на такие материалы, как щебень (гравий), песок, вода, и только цемент и арматура являются привозными или, как говорят, промышленными материалами.

Сейчас, когда во всех странах из сборного железобетона строятся целые города и районы, с точки зрения фортификации железобетон стал важным материалом, так как использование деталей этих построек является огромным резервом при возведении укреплений.

Возведение укреплений для наиболее эффективного выполнения боевых задач, сохранения живой силы и материальной части в ракетно-ядерной войне имеет первостепенное значение, поэтому не только военно-инженерные специалисты, но и весь личный состав Вооруженных Сил должен уметь быстро и эффективно использовать все возможности и все материалы, будь то дерево, земля, металл или железобетон.

Настоящая брошюра предназначена для офицерского состава Вооруженных Сил, а также для лиц, проходящих военную подготовку. Она может быть также использована и для решения некоторых вопросов гражданской обороны (местной противовоздушной обороны).

Целью брошюры является ознакомление читателей с конструкциями сборных железобетонных полевых фортификационных сооружений, со способами их изготовления и возведения при инженерном оборудовании местности.

Глава I

КОНСТРУКЦИИ И ВНУТРЕННЕЕ ОБОРУДОВАНИЕ СБОРНЫХ ЖЕЛЕЗОБЕТОННЫХ ФОРТИФИКАЦИОННЫХ СООРУЖЕНИЙ

Впервые использовать железобетон в фортификации предложил русский военный инженер С. И. Рудницкий в 1889 году. Он отмечал, что железобетонные фортификационные сооружения являются не только прочными, но они также экономичны и индустриальны, т. е. их можно изготавливать заблаговременно в полевых условиях или на промышленных предприятиях.

Несколько позже он предложил ряд конструкций и деталей для убежищ, галерей и огневых сооружений.

Несмотря на экономические затруднения России и слабую промышленную базу, железобетонные сооружения нашли применение при укреплении позиций на фронтах первой мировой войны. Применялись в основном наблюдательные и пулеметные сооружения.

После Великой Октябрьской социалистической революции, опираясь на возрожденную цементную промышленность, советские военные инженеры продолжили работы по созданию новых, более совершенных типов фортификационных сооружений, собираемых из готовых железобетонных деталей.

Уже в 1928 году начались опытно-конструкторские работы, а через несколько лет — испытания ряда сборных сооружений. Детали для сооружений изготавливались из отечественного цемента на ряде заводов строительных изделий.

Сооружения были рассчитаны от прямого попадания 76-*мм* снаряда и собирались из отдельных железобетонных блоков размером 48×24×24 *см*. Недостатками сооружений подобного типа были большой общий вес блоков и длительная сборка, отмечалась также невысокая общая устойчивость сооружений при попадании снаряда.

В последующих работах авторы стремились укрупнить

блоки в пределах, возможных при ручной сборке. Вес элементов был доведен до 80—120 *кг*, а отдельных деталей, допускавших их перекатывание или монтаж с помощью средств малой механизации, — до 800 *кг* и более.

В ходе Великой Отечественной войны железобетонные детали широко применялись при оборудовании позиций войск и тыловых рубежей. Особенно были распространены пулеметные сооружения с железобетонными колпаками и со сборным оголовком из отдельных железобетонных балок (рис. 1).

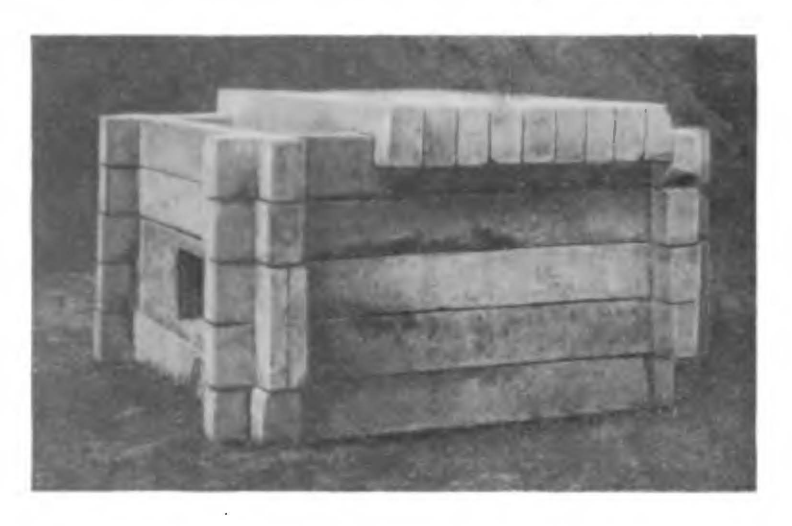


Рис. 1. Пулеметное сооружение с оголовком из железобетонных балок

В ходе войны сборные железобетонные сооружения применялись и при оборудовании тыловых объектов, укрытий для населения, имущества, усиления зданий и сооружений от воздействия фугасных авиабомб.

После Великой Отечественной войны направление разработки сборных сооружений, в том числе и огневых, несколько изменилось в связи с массированным применением артиллерии, авиации, появлением эффективного оружия прямой наводки и новых мощных средств поражения на основе атомных и термоядерных боеприпасов. Теперь основным видом сооружений для огневых средств стало открытое сооружение (окоп, ячейка, площадка) в

сочетании с различными укрытиями. Это объясняется тем, что сооружения, возвышающиеся над землей, легко обнаруживаются и уничтожаются огнем прямой наводкой.

Характерным для послевоенного развития сборных железобетонных сооружений является тенденция крупноблочного строительства в фортификации, т. е. сборка сооружений из крупных блоков весом в несколько тонн. Это объясняется, во-первых, большей общей устойчивостью сооружений из крупных блоков, во-вторых, возможностью широкого использования автокранов, выпускаемых нашей промышленностью. Одновременно развивались и мелкоблочные сооружения, предназначенные для укрепления позиций в соприкосновении с противником.

В основе большей части послевоенных предложений и разработок по сборному железобетону лежат предложения кандидата технических наук В. С. Жданова и инженера И. М. Мазурова, предлагавших собирать сооружения различного назначения из однотипных блоков цилиндрической и прямоугольной формы. В частности, были предложены блоки типа Т-1, Т-2 и Т-3, из которых можно собирать наблюдательные сооружения, сооружения для огневых средств и убежища.

Эти сооружения показали высокую прочность, они были удобны для монтажа и транспортировки, однако имели и ряд недостатков, которые в последующих работах исправили.

Основным недостатком была трудность изготовления деталей Т-1 и Т-2 из-за наличия диафрагм (перегородок) на торцах. Особенно затруднялось изготовление этих деталей современными прогрессивными способами с немедленной распалубкой. Чем более массовое применение находил железобетон в полевой фортификации, тем больше приходилось учитывать при конструировании блоков требования удобства их изготовления в полевых условиях и на промышленных предприятиях современными способами.

Появление атомного оружия явилось поворотным моментом в оперативно-тактических взглядах и в вопросах инженерного обеспечения боевых действий, в частности в вопросе фортификационного оборудования позиций.

Закрытые огневые сооружения с амбразурами уступили место открытым огневым сооружениям в сочетании с укрытиями и убежищами при них. Особое место заняли убе-

жища для подразделений в системе обороны, а также в районах сосредоточения и отдыха.

Появились и новые предложения в области конструкций полевых фортификационных сооружений из сборного железобетона — блоки кольцевого очертания. Из них собирались убежища с помощью трехтонного автокрана. Кольцевое очертание блоков способствовало успешной работе конструкции на общее действие взрыва обычных средств поражения и ударной волны ядерного взрыва, а также отвечало технологическим требованиям удобства формования с немедленной распалубкой. В то же время оно имело существенный недостаток — неудобство использования внутреннего объема помещений для размещения оборудования. Особенно это касалось штабов и узлов связи, где внутренний объем использовался крайне нерационально. Удовлетворительные решения были получены только в убежищах для личного состава, в которых круглое очертание не влияет на размещение нар. Приемлемые показатели для всех основных сооружений были получены с помощью блоков сводчатого очертания. Эти блоки по конструкции и форме позволяют удобно разместить любое оборудование, так как имеют плоский пол и вертикальные стены при благоприятной сводчатой форме покрытия, воспринимающего большую нагрузку. В то же время сводчатые блоки по сравнению с блоками кругового очертания оказались сложнее в производстве (сложное армирование и формование).

На основе блоков сводчатого очертания было разработано сооружение (рис. 2), принятое для оборудования пунктов управления и позиций войск в особых условиях (безлесные, пустынные районы и т. д.).

Наряду с указанным сооружением, нашедшим широкое применение при оборудовании командных пунктов и полевых позиций, в настоящее время разработан и применяется ряд сооружений самого различного назначения, однако, прежде чем знакомиться с ними, целесообразно рассмотреть классификацию железобетонных фортификационных сооружений и основные требования, предъявляемые к ним.

Установившаяся классификация сборных железобетонных фортификационных сооружений имеет в основе назначение сооружений, весовые характеристики блоков и их конструкцию.

По боевому назначению железобетонные сооружения классифицируются, как и все фортификационные сооруже-

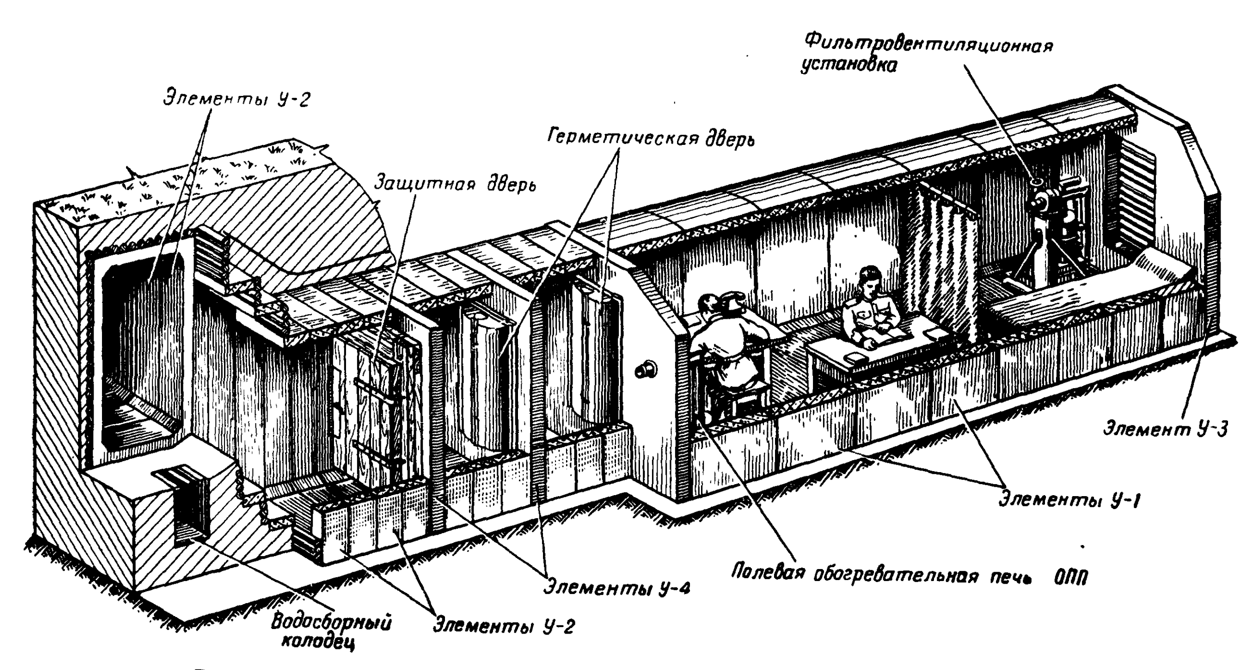


Рис. 2. Сборное железобетонное убежище из элементов сводчатого очертания

ния, на огневые, наблюдательные, сооружения для штабной работы, укрытия для материальной части, блиндажи и убежища.

По весовым характеристикам элементов, из которых собираются сооружения, принято разделять их на крупноблочные, собираемые с помощью автомобильных или гусеничных кранов, и мелкоблочные, собираемые вручную или с помощью средств малой механизаций. Крупноблочные войсковые сооружения собираются обычно из блоков весом 800—2000 *кг*, мелкоблочные — из блоков весом 100—200 *кг*.

Часто употребляются терминология и названия сооружений по конфигурации основных блоков несущей конструкции (остова), из которых сооружения собираются, например, «кольцевые», «рамные» сооружения, т. е. собираемые из отдельных рам, «арочные» сооружения, собираемые из отдельных арок.

При разработке сборных железобетонных фортификационных сооружений приходится встречаться с рядом требований, часто противоречивых. Так, исходя из требований прочности и общей устойчивости сооружений желательно веса отдельных блоков назначать максимальными; в то же время некоторые сооружения, например возводимые в подразделениях первого эшелона в соприкосновении с противником, можно возводить только вручную. Даже такие войсковые сооружения, которые возводятся в глубине боевых порядков или заблаговременно, не могут собираться из тяжелых блоков: лимитирует габарит и грузоподъемность штатного автотранспорта, грузоподъемность автокранов, особенно с учетом вылета стрелы при сборке в котловане.

Противоречивые требования приходится преодолевать при конструировании блоков, особенно учитывая полевые способы изготовления в войсках. Так, блоки сложной формы (кольца, своды, арки) обладают большей прочностью, чем балки, но изготавливать их сложнее. Стремление облегчить блоки приводит к тонкостенным, замкнутым конструкциям, а небольшая толщина при больших нагрузках требует высокого насыщения арматурой, что в свою очередь усложняет изготовление.

Таких противоречивых требований много, и при разработке нового сооружения нужно их учитывать и разрешать.

Рассмотрим конструкции основных типов сборных же-

лезобетонных фортификационных сооружений и их тактико-технические показатели.

Из мелкоблочных сооружений наиболее распространены блиндажи, сооружения для наблюдения и убежища. Огневые сооружения не получили развития из-за трудности защиты амбразур и малой устойчивости конструкций, выходящих над поверхностью земли. Кроме того, более приемлемо возведение открытых огневых позиций с укрытиями при них (убежищами, блиндажами).

Сооружение для наблюдения через перископ

Сооружение для наблюдения через перископ показано на рис. 3. Такие сооружения возводятся на наблюдательных и командно-наблюдательных пунктах. По защитным свойствам сооружение аналогично убежищу легкого типа, но не имеет коллективной ПХЗ.

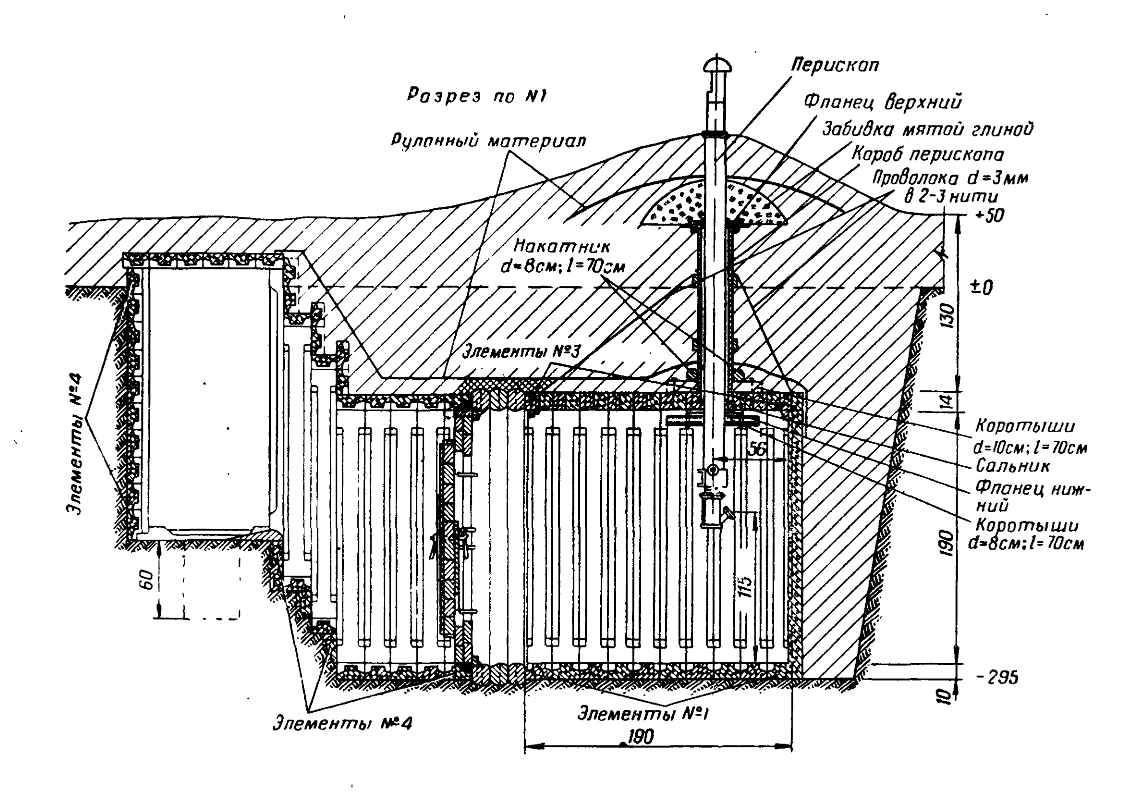
Поскольку наблюдательные пункты располагаются в пределах прямой видимости со стороны противника, сооружение собирается вручную из мелких блоков весом до 75 *кг*.

В табл. 1 приведена комплектация железобетонных элементов и деталей, необходимых для возведения сооружения.

Таблица 1

Наименование элементов и деталей	Количество, шт.	Вес одного изделия, *кг*	Общий вес, *кг*
Элементы № 1	27	75	2025
Элементы № 2	54	73	3942
Элементы № 3	18	73	1314
Элементы № 4	60	41	2460
Защитная дверь	1	145	145
Опорные рамы	3	125	375
Короб перископа	1	30	30
Итого			10 291

Железобетонные элементы представляют собою ребристые балки (кроме элемента № 3), простые в изготовлении и сборке. Стойка (элемент № 2) используется как


Разрез по N1
Перископ
Фланец верхний
Забивка мятой глиной
Короб перископа
Проволока d=3мм
в 2-3 нити
Рулонный материал
Накатник
d=8см; l=70см
Элементы №3
Элементы №4
Коротыши
d=10см; l=70см
Сальник
Фланец ниж-
ний
Коротыши
d=8см; l=70см
Элементы №4
Элементы №1
+50
±0
130
14
56
190
115
60
-295
10
190

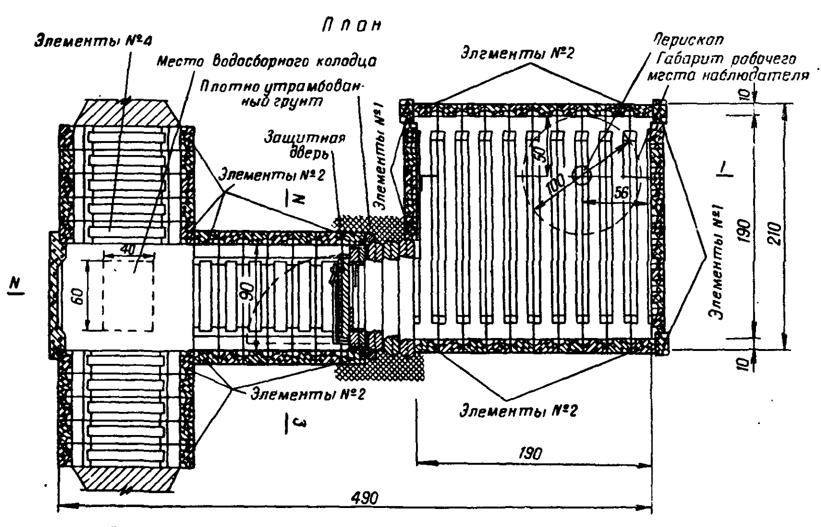


Рис. 3. Сооружение для наблюдения через перископ

для сборки стен основного помещения, так и стен входа; элемент пола основного помещения (№ 1) и элемент покрытия (№ 3), хотя и имеют равный пролет и конструкцию угловых стыков, но отличаются друг от друга сечением: элемент № 1 имеет ребристое сечение, а элемент № 3, несущий основную нагрузку от грунта и действия средств поражения, — сплошное прямоугольное сечение. Элемент № 4 используется в качестве ригеля и пола во входе; такое решение возможно благодаря небольшому пролету входа, который составляет 0,9 *м.*

Все элементы имеют по углам выпуски арматуры, из которых делаются скрутки, крепящие элементы рамы между собою. Крайние рамы (при входе) связываются также между собою проволокой за скрутки, поскольку в этом месте обсыпка заканчивается и устойчивость рам при сборке и эксплуатации несколько хуже, чем под слоем обсыпки.

На рис. 3 показано возведение сооружения в наибольшей комплектации в сыпучих и неустойчивых грунтах с креплением и перекрытием участка траншеи, примыкающей к сооружению. В обычных грунтах такого решения не требуется и вес деталей сокращается на 2500—3000 *кг.*

Перископ устанавливается с помощью специального дощатого короба, укрепляемого при засыпке растяжками и подкосами. Наиболее сложным конструктивным узлом сооружения является узел прохода и крепления перископа к покрытию. Для прохода перископа два ригеля (элементы № 3) не укладываются (см. рис. 3), в образовавшийся проем пропускается перископ и устанавливается короб, а стойки, находящиеся в плоскости проема покрытия, прикрепляются к соседним стойкам коротышами и скрутками. Кожух перископа крепится за нижний фланец к двум коротышам, лежащим перпендикулярно ригелям. Оставшаяся щель на покрытии закрывается коротышами из жердей.

Возведение сооружения с отрывкой котлована осуществляет команда из 6 человек в течение суток. Последовательность сборки сооружения в котловане следующая:

— собираются рамы, при этом элементы и рамы скрепляются между собою скрутками;

— устанавливаются деревянные опорные рамы защитной двери и собирается входная часть из железобетонных элементов;

— собирается и немного присыпается торец;

— устанавливается короб перископа, закрывается

проем в покрытии и укладывается изоляционный материал;

— производится засыпка сооружения.

Иногда в момент возведения сооружения перископ не устанавливают. В этом случае короб устанавливается, закрывается сверху и засыпается. При установке перископа грунт у короба разрывается, ставится перископ и устраивается гидроизоляционный замок вверху короба, после чего обсыпка восстанавливается.

Кроме сооружения для наблюдения, из элементов № 1, 2, 3 и 4, описанных выше, может собираться убежище. Комплектация убежищ приведена в табл. 2.

Таблица 2

Наименование элементов и деталей	Количество, шт.	Вес одного изделия, *кг*	Общий вес, *кг*
Элементы № 1	47	75	3525
Элементы № 2	100	73	7300
Элементы № 3	64	73	4672
Элементы № 4	65	41	2665
Защитная дверь	1	145	145
Опорные рамы	3	125	375
Итого			18 682

Порядок сборки убежища в принципе такой же, как и сооружения для наблюдения, но чтобы ускорить ее, обычно собирают остов одновременно от середины к обоим торцам, затем устанавливается защитная дверь, собирается вход, устанавливаются короба для ввода кабеля, защитные устройства или гравийный волногаситель, после чего укладывается гидроизоляционный материал и производится обсыпка. На возведение сооружения требуется затратить сил примерно вдвое больше, чем на сооружение для наблюдения, т. е. команда 10—12 человек возводит его примерно за сутки.

И то и другое сооружение собирается из балочных элементов. Эти элементы просты в изготовлении, но в то же время отличаются невысокой эффективностью использования материала в конструкции. Это объясняется тем, что балочные элементы в конструкциях работают на изгиб.

Наиболее же эффективные конструкции из железобетона получаются обычно при работе на сжатие: в арочных, сводчатых и других криволинейных элементах.

Это и послужило основанием для разработки более совершенных типов мелкоблочных убежищ и блиндажей, имеющих в основе замкнутые или криволинейные элементы.

Блиндажи

На рис. 4 показан замкнутый элемент типа Р. Вес элемента составляет 90—100 *кг*.

Блиндаж из элементов Р собирается вручную и рекомендуется для районов, где затруднены подвоз автотранс-

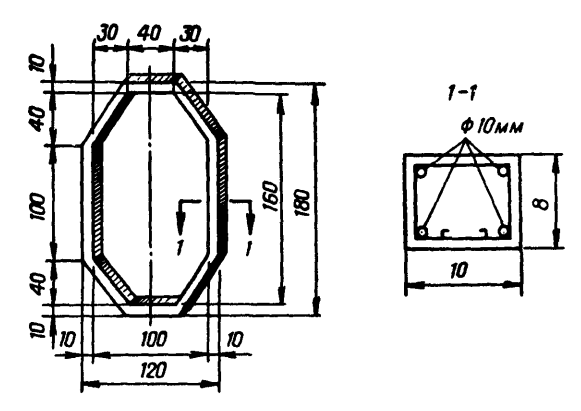


Рис. 4. Железобетонный элемент типа Р

портом и сборка средствами механизации. Блиндаж может использоваться на командных и командно-наблюдательных пунктах, а также для оборудования позиций в безлесных районах (пустынные, горно-пустынные, степные). Блиндаж собирается из замкнутых (бесшарнирных) рам, имеющих выгодное очертание; из всех мелкоблочных сооружений защитные свойства его довольно высоки.

Первоначальная конструкция основного элемента Р отличалась от принятой тем, что он имел форму овала с сечением 8×8 *см*, но затем перешли к ломаному очертанию. Это было вызвано тем, что изготовление опалубки в последнем случае значительно упростилось: на щит (поддон) вместо криволинейных кружал набивается два ряда брусков по форме элемента — и опалубка готова. Таким

 Зак. 637

образом, блиндаж собирается из однотипных элементов Р, представляющих собою рамы с ломаным верхним и нижним ригелями и с сечением всех элементов рамы 10×8 *см*.

Комплектация блиндажа и его основные показатели приведены в табл. 3.

Таблица 3

Наименование элементов и деталей	Количество, шт.	Вес одного изделия, *кг*	Общий вес, *кг*
Элементы Р	35	90	3150
Защитная дверь	1	120	120
Итого . . .			3270

Защитная дверь блиндажа и защитная перегородка изготавливаются на месте возведения или централизованно. Торец сооружения закрывается местными материалами (камни, хворост) или земленосными мешками. Возводится блиндаж (с отрывкой в грунтах средней плотности) командой 6—7 человек примерно за 10 *ч*, т. е. за одну ночь.

Стремление к дальнейшему облегчению основных элементов блиндажа до 60—70 *кг*, что особенно важно для горных районов, привело к разработке мелкоблочного сооружения с остовом в форме трехшарнирной арки (рис. 5).

Комплектация блиндажа с остовом из мелкоблочных трехшарнирных арок (элементы РС) приведена в табл. 4.

Таблица 4

Наименование элементов и деталей	Количество, шт.	Вес одного изделия, *кг*	Общий вес, *кг*
Элементы РС-1	54	70	3780
Элементы РС-2	27	45	1215
Опорные рамы	3	120	360
Защитная дверь	1	120	120
Итого . . .			5475

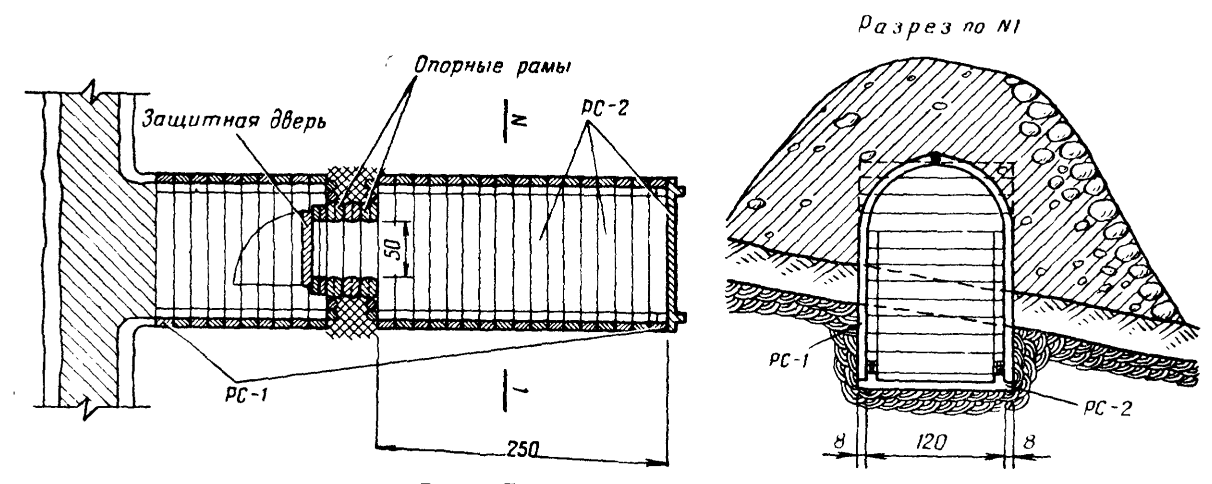


Рис. 5. Блиндаж из элементов РС

Общие затраты по возведению блиндажа из элементов РС примерно такие же, как и из элементов Р, т. е. блиндаж можно возвести за ночь силами одного отделения. Порядок сборки сооружений — от входа к торцу с последующей обсыпкой и маскировкой.

Как уже указывалось выше, наибольшее распространение получили крупноблочные сооружения из-за их прочности и эффективности сборки с помощью средств механизации. Из крупных блоков возводят убежища, сооружения на узлах связи и укрытия для техники. Рассмотрим основные типы крупноблочных полевых сооружений.

Первым таким сооружением, получившим широкое распространение, явилось сооружение из элементов сводчатого очертания (рис. 2).

Сооружение из элементов сводчатого очертания

Сооружение предназначается для штабных помещений, узлов связи и убежищ. Собирается оно из четырех типов блоков: У-1, У-2, У-3 и У-4. Изготовление сооружений может производиться как на стационарных заводах железобетонных изделий, так и в полевых условиях.

В зависимости от предназначения сооружения собираются различной длины. Поскольку максимальный вес элементов (элемент У-1) составляет 1750 *кг*, сборка сооружения может производиться с помощью трехтонного автокрана К-32.

По защитным свойствам сооружение занимает промежуточное положение между сооружениями тяжелого и легкого типа. Во всех случаях сооружение состоит из основного помещения и двух тамбуров с защитной дверью и двумя герметическими дверями. Вход горизонтального (наклонного) типа со сквозниковым устройством, обеспечивает удобное сообщение из траншеи или с поверхности. Одновременно сквозниковое входное устройство обеспечивает защиту дверей от прямого воздействия ударной волны (скоростного напора). Это достигается наличием отверстия в стене, противоположной входным ступеням. Ударная волна благодаря этому скользит по полотну двери и создает давление в 2—4 раза меньшее чем при отражении.

Габариты сооружения (пролет 1,9 *м*, высота в замке свода 1,9 *м*) обеспечивают удобное размещение как в случае занятия его под штабное помещение или убежище, так и в случае размещения проводной части узла связи.

Длина основного помещения сооружения при сборке его из одного комплекта 5,6 *м*.

Комплектация сооружения приведена в табл. 5.

Таблица 5

Наименование элементов и деталей	Количество, шт.	Вес одного изделия, *кг*	Общий вес, *кг*
Элементы У-1	7	1750	12 250
Элементы У-2	11	465	5115
Элементы У-3	2	1325	2650
Элементы У-4	2	575	1150
Защитная дверь	1	145	145
Итого			21 310

Таким образом, комплект строительных деталей может перевозиться за 2—3 машино-рейса ЯАЗ-210 или 7—8 машино-рейсов ЗИЛ-164 (ЗИЛ-157).

Возведение сооружения осуществляется отделением в составе 7—8 человек с бульдозером и автокраном за 8—10 *ч*.

Рассмотрим основные элементы сооружения, их конструкцию и особенности.

Элемент остова У-1 (рис 6), из которого собирается основное помещение сооружения, представляет собою в сечении замкнутую (бесшарнирную) раму с криволинейным ригелем, плоским полом и стенами. Такая конфигурация имеет ряд преимуществ перед круглой, а также перед прямоугольной. Наличие плоского поля и стен создает удобство в расстановке и обслуживании оборудования и аппаратуры на узлах связи, в штабах специальных частей и в штабных помещениях.

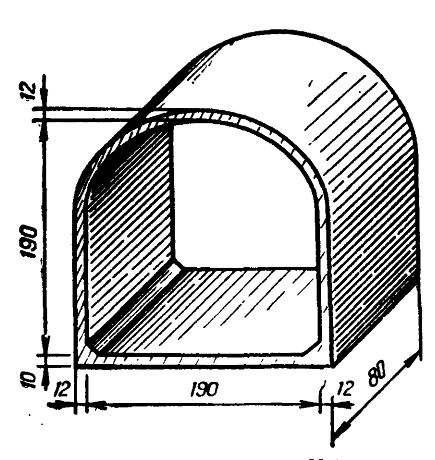


Рис. 6. Элемент У-1

Ригель (покрытие) имеет криволинейное, точнее, параболическое очертание и хорошо работает под нагрузкой от расчетных средств поражения — ударной волны ядерного или обычного взрыва. В любом сечении такого покрытия возникают в основном сжимающие усилия, на которые бетон хорошо работает. Пол элемента У-1 имеет меньшую толщину, чем покрытие и стены, так как нагрузка снизу обычно меньше, чем сверху и с боков, однако в нижних углах элемента, где происходит «концентрация напряжений», имеются приливы для упрочения.

Длина элемента У-1 составляет 80 *см* и определяется параметрами транспортных и грузоподъемных средств, в частности, возможностью монтажа трехтонным краном К-32. Вес элемента 1750 *кг*. При таком весе и таких габаритах блоки хорошо транспортируются и собираются краном К-32 в средних и плотных грунтах, т. е. в таких грунтах, в которых котлован не требует пологих откосов и соответственно больших вылетов стрелы крана при сборке. В слабых грунтах приходится прибегать к специальным мероприятиям для обеспечения работы крана К-32 или переходить на пятитонный кран К-51. Подробно эти вопросы рассматриваются в главе «Возведение сооружений».

По сравнению с кольцевым элементом сводчатый элемент У-1 в изготовлении менее технологичен. Подробнее вопросы технологии будут изложены в соответствующей главе, здесь отметим лишь основные причины этого. Главное затруднение состоит в изготовлении арматурного каркаса. Если арматурный каркас кольца имеет равномерное армирование, то у арматурного каркаса элемента У-1 более мощное армирование в покрытии, в стенах, в углах и менее мощное в полу. Следствием этого является разная технология изготовления арматурных каркасов. Если кольцевой каркас может навиваться на шаблоны, то каркас элемента У-1 в основном собирается (сваривается или вяжется) из отдельных стержней, что требует больших затрат.

Следует отметить, что все тонкостенные железобетонные элементы имеют довольно высокий коэффициент армирования, т. е. большое содержание арматуры в единице объема железобетона. Так, для элементов данного сооружения расход арматуры на 1 $м^3$ железобетона составляет 160—200 *кг*.

Элемент У-2 представляет собою прямоугольную раму. Из этих элементов собираются тамбуры и входная часть

приведенного сооружения, а также ряда других сооружений.

Форма и размеры элемента У-2 определяются, с одной стороны, габаритами входа и проноса оборудования, а с другой стороны — конструкцией типовой защитной двери, являющейся важной деталью каждого защитного сооружения. Ширина и высота в свету элемента У-2 запроектированы так, чтобы защитная дверь с коробкой устанавливались с зазорами от стен 1—4 *см*. Этим в основном и определен внутренний габарит элемента.

Толщина стенок элементов У-1 и У-2 рассчитана исходя из нагрузки, а поскольку имеются различные расчетные средства поражения, — исходя из той нагрузки, которая наиболее опасна для каждого элемента или его части. Для сборных железобетонных сооружений с тонкостенными элементами, какими являются У-1, У-2 и другие, характерным является возможность растяжения и сжатия конструкции на одних и тех же участках. Это заставляет прибегать к двойному армированию, т. е. рабочая арматура располагается как у внутренней поверхности блоков, так и у наружной.

Наличие двойного армирования в сочетании с технологическими требованиями формования (бетонирования) и определяет минимальную толщину стенок 8—10 *см*.

На первый взгляд кажется, что элемент У-2 имеет нерациональную форму — прямоугольная рама, в которой ригель и стойки работают на изгиб. Были попытки запроектировать овальные элементы и элементы смешанной конструкции, однако, поскольку они должны были обеспечить все тот же прямоугольный внутренний габарит 90×190 *см* (для защитной двери), вес этих блоков получался на 20—30% больше.

Защитные свойства элемента У-2 несколько ниже, чем элемента У-1, у которого ригель имеет криволинейную форму. Однако это признано допустимым, поскольку расчетные предельные состояния элементов различны.

Поясним это положение. Расчет всякой конструкции или элемента в настоящее время ведется по определенному предельному состоянию, или, проще говоря, по крайне допустимому для данного элемента состоянию, наступающему после воздействия нагрузки. Так, для элементов остова (У-1), под защитой которого находятся люди и чувствительная аппаратура связи, предельным состоянием является начальная стадия образования трещин на внут-

ренней поверхности бетона, т. е. после воздействия нагрузки допускается наличие небольших трещин шириной 1—2 *мм*. Это соответствует такому напряжению в арматуре, при котором она достигает текучести. Для вспомогательных элементов У-2 допускается образование остаточных трещин большего размера — 10—15 *мм*. Действительно, какое имеет значение во входе или в тамбуре такая трещина при наличии обсыпки? Важно только, чтобы рама не зажала дверное полотно.

Таковы соображения, послужившие основой для окончательного выбора формы элемента У-2. Элементы У-3 и У-4 являются перегородками и представляют собою плоские плиты с проемами для дверей.

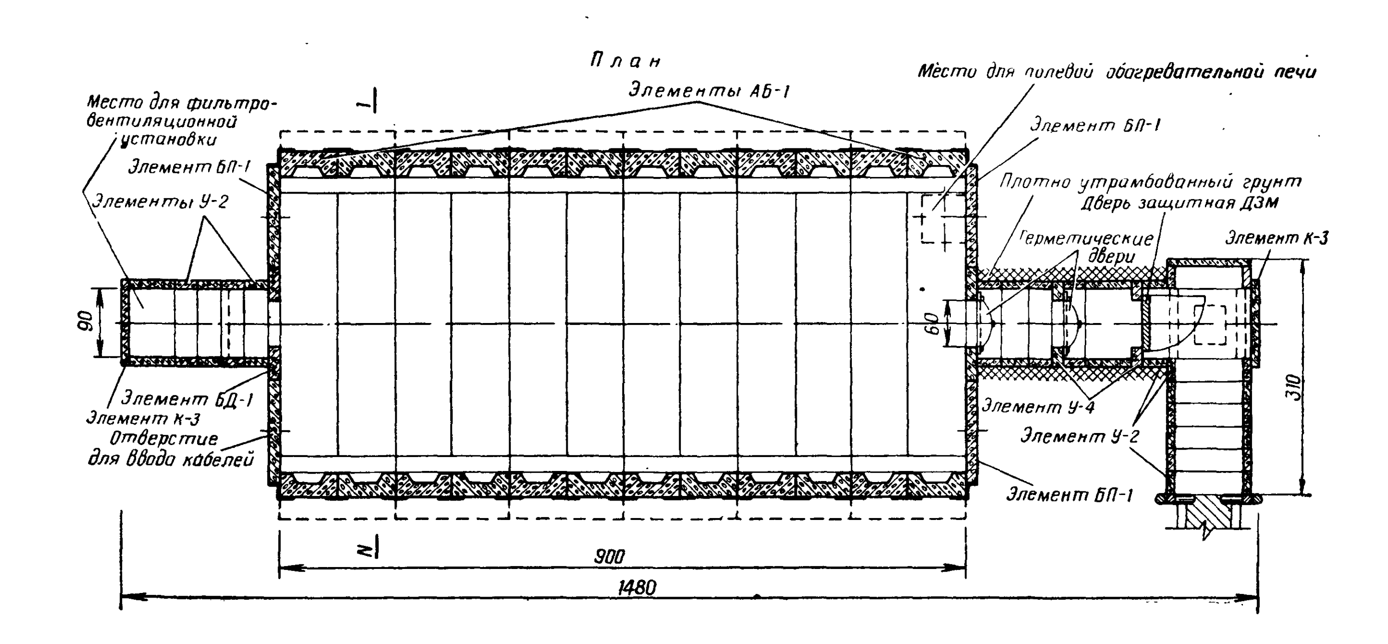
Элемент У-3 кроме дверного проема имеет срезы по углам с целью облегчения и отверстие 15×15 *см* для воздуховода, печных труб или других коммуникаций. В элементе имеется четыре отверстия для крепления коробки герметической двери. В том случае, когда элемент У-3 ставится в глухом торце сооружения, дверной проем закладывается жердями, камнем, фашинами или другими подручными материалами. Частично он может использоваться для пропуска коммуникаций (кабели, воздуховоды).

Элемент У-4 имеет кроме дверного проема шесть отверстий для крепления защитной или герметической двери в зависимости от того, где блок установлен. Если на него навешивается защитная дверь, используются все шесть отверстий, если герметическая — четыре угловых отверстия.

Для элемента У-3 расчетным положением является положение его в глухом торце. В этом случае на элемент действует давление собственного веса грунта и давление от взрыва средства поражения. Нагрузка стремится вдавить блок внутрь. Для элемента У-4 расчетным является его положение на линии защитной двери. Элемент воспринимает давление воздушной ударной волны, стремящейся также сломать его и вдавить внутрь. Эта нагрузка затем через элементы У-2 передается на элемент У-3 и стремится его также сломать и вдавить внутрь.

В тех случаях, когда элементы У-4 устанавливаются на линии герметических дверей, они практически нагрузке не подвержены.

Таким образом, оба плоских элемента У-3 и У-4 в тех случаях, когда они подвержены нагрузке, работают на изгиб, причем направление нагрузки известно и постоянно


План
Элементы АБ-1
Место для полевой обогревательной печи
Место для фильтро-вентиляционной установки
Элемент БП-1
Элементы У-2
Элемент БП-1
Плотно утрамбованный грунт
Дверь защитная ДЗМ
Герметические двери
Элемент К-3
90
60
310
Элемент БД-1
Элемент К-3
Отверстие для ввода кабелей
Элемент У-4
Элемент У-2
Элемент БП-1
1
2
900
1480

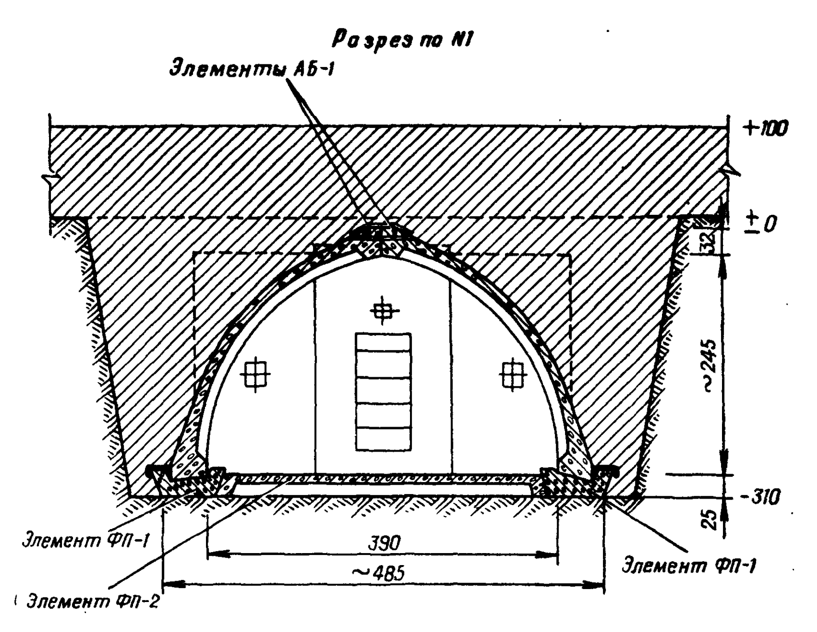


Рис. 7. Сборное железобетонное сооружение УСБ

(в одну сторону — внутрь). Исходя из этого первоначально и были запроектированы указанные элементы с односторонним армированием, т. е. с армированием той стороны, в которой возникают растягивающие напряжения. В данном случае это была сторона, обращенная внутрь сооружения. Однако уже небольшой опыт возведения и испытания показал, что так поступать нельзя. В процессе сборки, особенно ночью, блоки устанавливали наоборот — арматурой наружу, хотя на поверхности была маркировка. Такого явления в практике гражданского строительства можно избежать. Для этого на некоторых деталях гражданских сооружений (мачты, балки, прогоны, фермы) маркировкой указывается, где находится растянутая зона. В практике полевого фортификационного строительства принято другое решение. Блоки У-3 и У-4 были сделаны симметричными, т. е. арматура была заложена с обеих сторон. Таким образом, блоки могут устанавливаться любой стороной внутрь сооружения.

Такое решение важно еще и потому, что защитные перегородки У-3 и У-4 являются важными звеньями в сооружении, особенно элемент У-4 с защитной дверью, который несет всю тяжесть воздействия ударной волны взрыва и не допускает ее прорыв в сооружение.

Вес готовых изделий У-3 и У-4 составляет соответственно 1325 и 575 *кг*, поэтому при сборке трехтонным автокраном никаких осложнений не возникает.

Сооружение из элементов сводчатого очертания было первым крупноблочным сооружением, получившим широкое распространение как при заводском изготовлении, так и при изготовлении силами войск. Однако оно не могло удовлетворить всем требованиям, предъявляемым к нему. Для некоторого оборудования не хватало пролета сооружения, нарушалась технология обслуживания оборудования.

Сооружение УСБ

Сооружение УСБ (рис. 7) имеет отличные от описанного сооружения конструктивную схему и элементы. Сооружение состоит из основного помещения размером 9×3,9 *м* при высоте 2,45 *м*, а также из отсека для фильтровентиляционного оборудования, двух тамбуров и входа. Собирается сооружение из восьми типов блоков, причем

вся входная часть и тамбуры одинаковы с описанным выше сооружением.

Комплектация сооружения приведена в табл. 6.

Таблица 6

Наименование элементов	Количество, шт.	Вес одного изделия, *кг*	Общий вес, *кг*
Элементы АБ-1	24	1150	27 600
Элементы ФП-1	12	585	8220
Элементы ФП-2	12	975	11 700
Элементы БП-1	4	1100	4400
Элементы БД-1	2	1275	2550
Элементы У-2	20	450	9000
Элементы У-4	2	575	1150
Элементы К-3	36	90	3240
Защитная дверь ДЗМ	1	175	175
Итого			68 035

Сборка сооружения может осуществляться трехтонным автокраном, поскольку вес элементов не превосходит 1300 *кг*.

Для перевозки комплекта сооружения УСБ требуется семь машино-рейсов ЯАЗ-210.

По конструктивной схеме сооружение представляет собой трехшарнирную арку. Такая схема, с одной стороны, обеспечивает достаточно рациональную работу железобетона в конструкции, а с другой — простоту транспортировки и монтажа.

В арочной конструкции можно подобрать в соответствии с нагрузкой такое очертание, при котором почти отсутствуют изгибающие моменты, т. е. в любом сечении арка работает на сжатие. Такое решение позволяет значительно снизить расход материалов на единицу объема сооружения и, следовательно, добиться лучших показателей в целом.

Транспортабельность обеспечивается тем, что сооружение данной схемы собирается из простых и удобных элементов — полуарок, фундаментных элементов и других конструкций.

Большое значение имеют и монтажные преимущества трехшарнирной арки, главное из которых — отсутствие за-

моноличиваемых стыков как в замке, так и в пятах свода. Это преимущество особенно ценно для полевых фортификационных сооружений, где время сборки исчисляется часами, а простота является непременным условием успеха.

Первоначальная планировка сооружения УСБ несколько отличалась от приводимой. Для фильтровентиляционного комплекта не было отдельного отсека; комплект располагался в основном помещении и отгораживался деревянной перегородкой. Опыт эксплуатации показал, что такое решение было нерациональным: терялось до 15% основного объема, а отгораживаемый объем плохо использовался, так как комплект ФВКПМ-2 невелик по габаритам, а пролет и высота помещения значительны. Кроме того, деревянная перегородка не защищала от шума, возникающего при работе вентилятора. На основе опыта эксплуатации было предложено устраивать небольшой специальный отсек из элементов У-2, в котором и размещать фильтровентиляционный комплект. Такое решение дало при проверке положительный результат. Уровень шумовых помех резко понизился, так как небольшой дверной проем легко закрыть деревянной дверью с мягкими прокладками. Одновременно значительно улучшились тактико-технические и эксплуатационные показатели сооружения.

Рассмотрим конструкцию основных блоков сооружения.

Элемент АБ-1 представляет собою полуарку остова, образующую основное помещение сооружения. В пяте полуарки опираются на фундаментную плиту (ФП-1), а в замке стыкуются друг с другом. Как в замке, так и в пятах стыки не замоноличиваются. В фундаментном элементе имеется соответствующее углубление, в котором полуарка фиксируется и удерживается собственным весом, а также весом грунта и действием нагрузки.

Для фиксации верхнего стыка в полуарках имеются отверстия, которые при сборке совмещаются и в них вставляется болт или штырь. Практически обычно вставляют обрезок арматуры диаметром 12—16 *мм* и отгибают концы.

Элемент АБ-1 в процессе разработки несколько изменился. Сначала полуарка имела простое, прямоугольное сечение, которое не отличалось экономичностью, но было удобным для формования. Формование (бетонирование) предполагалось при положении элемента на ребро. Запроектировать элемент более сложного облегченного профиля опасались, так как при бетонировании по данной схеме может образоваться большое количество пустот и раковин,

особенно при работе с жесткими бетонными смесями. В практике изготовления было установлено, что полуарку можно формовать в горизонтальном положении, причем бетон не оплывает к краям, а следовательно, профиль может быть более экономичным — ребристым.

Для образования ребристого (швеллерного) профиля в существующую форму был добавлен вкладыш, а конструкция арматурного каркаса соответственно изменена. Так элемент АБ-1 приобрел свою новую, экономичную форму.

Элемент ФП-1, или, как его еще называют, фундаментный элемент, представляет собою балку специального профиля. Плоская сторона укладывается на грунт, фигурная служит для установки в нее пят полуарок. Профиль элемента ФП-2 обеспечивает надежное опирание полуарок и воспрещает их сдвиг как наружу, так и внутрь сооружения.

По длине элемент ФП-1 вдвое превосходит ширину полуарок, поэтому и количество элементов ФП-1 в комплекте вдвое меньше, чем полуарок АБ-1. Боковые плоскости элемента ФП-1 имеют наклон и прижимают при сборке элемент ФП-2, образующий пол в сооружении.

Элемент ФП-2 имеет ребристое сечение и служит одновременно полом и распоркой между фундаментными элементами. Наклонные плоскости, по которым стыкуются элементы ФП-1 и ФП-2, сделаны с таким расчетом, чтобы при воздействии нагрузки с боков и сверху исключить выход их из упора. По ширине элемент ФП-2 равен ширине полуарок. Конструкция элементов пола и фундамента имеет еще одно важное свойство. При необходимости надежно укрыть автомашину или ответственную аппаратуру, имеющую большую высоту, можно не устанавливать элемент ФП-2, а при необходимости сделать углубление на 40—50 *см*. Таким путем высота сооружения за счет небольшого уменьшения его общей прочности может быть увеличена. Вход в этом случае закрывается балками, щитами с использованием элементов ФП-2.

Элементы БП-1 и БД-1 (рис. 7) представляют собою плоские плиты. По сравнению с сооружением из элементов сводчатого очертания сооружение УСБ значительно больше, поэтому решить защиту торцов одним блоком по типу блока У-3 не представляется возможным, такой блок будет слишком тяжел. Вследствие этого торцовая перегородка выполнена из двух элементов — среднего БД-1 и двух боковых БП-1. В элементах БД-1 имеется дверной проем,

а в каждом элементе БП-1 и БД-1 — по одному отверстию для вводов труб, проводов и других коммуникаций.

Элементы У-2 и У-4, из которых собираются тамбуры, входы и фильтровентиляционный отсек, заимствованы из комплекта сооружения сводчатого очертания и никаких изменений не претерпели.

Элемент К-3 представляет собою плоскую балочку и является многоцелевым. С его помощью перекрывают покрытие в месте поворота входа, устраивают подступенки, закрывают проемы. Введение в комплект сооружения элемента К-3 исключает необходимость в жердях и других подручных материалах.

Часто в практике возникает потребность в сооружениях большой площади. С этой целью разработано и рекомендуется спаренное сооружение УСБ (рис. 8). Собирается спаренное сооружение из двух комплектов. Оно имеет очень удобную планировку — два больших изолированных помещения с хорошим сообщением между ними. Схема основных помещений, отсеков для фильтровентиляционных агрегатов, входа и первого тамбура такая же, как и в одиночном сооружении. Второй тамбур собирается больших размеров и из него устраиваются входы в основные помещения с помощью герметических дверей. Покрытие над входом из второго тамбура в основные помещения устраивается из элементов К-3, так как в местах проемов элементы У-2 установить нельзя. Для фиксации элементов У-2 перед герметическими дверями и за ними по углам (вверху и внизу) устанавливаются распорные коротыши.

Все внутреннее оборудование — фильтровентиляционное и отопительное — устанавливается так же, как и в одиночном сооружении.

Команда в составе 10—12 человек с бульдозером и автокраном может возвести сооружение УСБ (одиночное) за 16 *ч*, спаренное сооружение — за 30 *ч*.

Необходимо отметить, что сборка арок требует специальных простейших приспособлений и применения некоторых приемов, которые будут описаны в главе «Возведение сооружений».

Сооружение СБК

Наряду с разработкой большепролетного сооружения УСБ велось совершенствование малопролетного сооружения из сводчатых элементов. В результате этой работы появилось новое, более совершенное в конструктивном от-

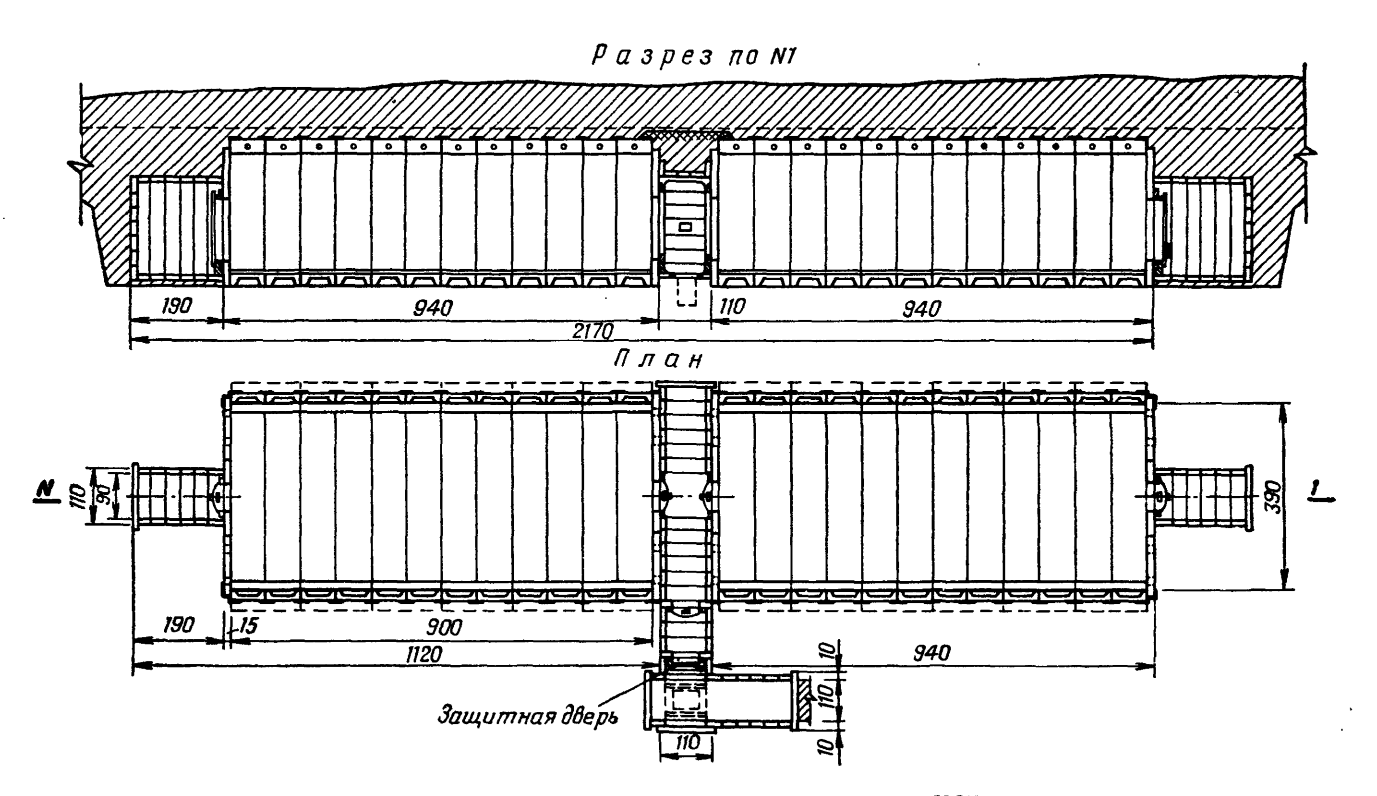
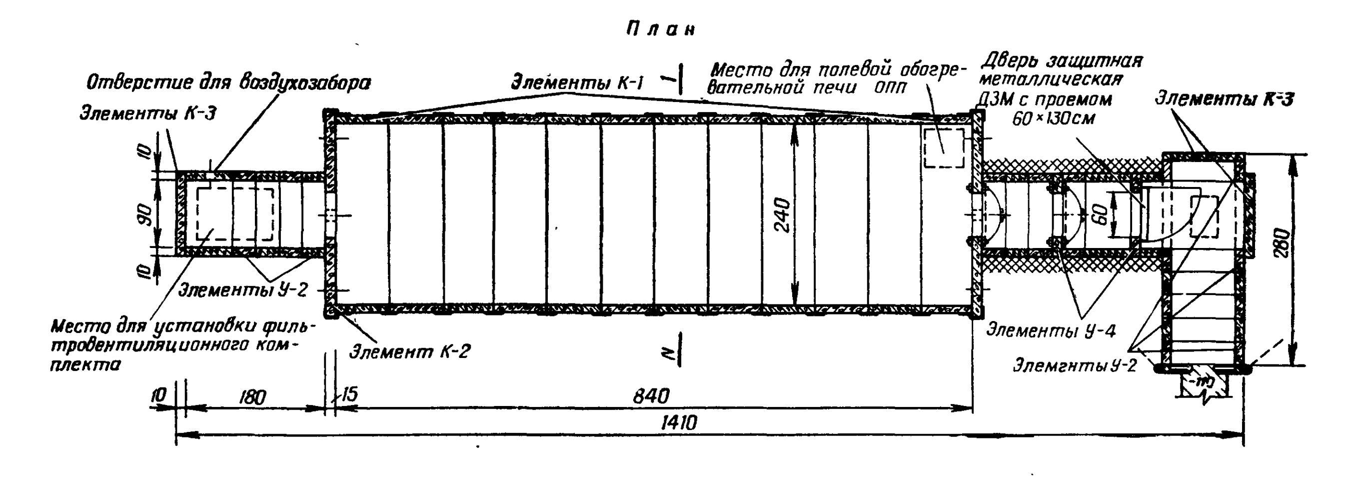


Рис. 8. Сборное сооружение из двух комплектов УСБ

П л а н



Отверстие для воздухозабора
Элементы К-3
Элементы К-1
Место для полевой обогревательной печи ОПП
Дверь защитная металлическая ДЗМ с проемом 60×130 см
Элементы К-3
10
90
10
240
60
280
Элементы У-2
Место для установки фильтровентиляционного комплекта
Элемент К-2
Элементы У-4
Элементы У-2
10
180
15
840
1410

3 Зак. 637

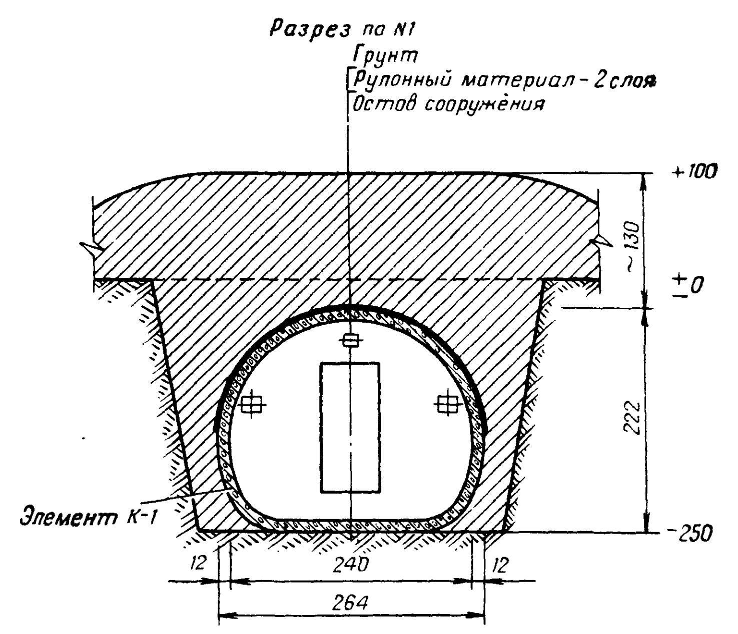


Рис. 9. Сборное железобетонное сооружение СБК

ношении, сооружение СБК (рис. 9). Сооружение отличается формой основного блока и наличием отсека для внутреннего оборудования, защитной металлической двери ДЗМ и блока К-3.

Сооружение СБК может изготавливаться как в промышленности, так и силами войск в полевых условиях. Собирается сооружение из элементов пяти типов: К-1, К-2, К-3, У-2 и У-4. Последние три элемента унифицированы с рядом сооружений.

Максимальный вес элемента К-2 составляет 1725 *кг*, поэтому сооружение может собираться с помощью трехтонного автокрана, однако значительно больший эффект получается при использовании пятитонного крана.

Являясь дальнейшим развитием сооружения из сводчатых элементов, сооружение СБК имеет похожую планировку, но одновременно отличается не только наличием отсека для вентиляции, а также габаритами основного помещения. Основное помещение имеет пролет 2,4 *м* при высоте 2,1 *м* вместо 1,9×1,9 у СБУ. Общий размер основного помещения сооружения СБК 8,4×2,4×2,1 *м*.

Комплектация сооружения приводится в табл. 7.

Таблица 7

Наименование элементов	Количество элементов, шт.	Вес одного элемента, *кг*	Общий вес, *кг*
Элементы К-1	12	1500	18 000
Элементы К-2	2	1725	3 450
Элементы К-3	30	90	2 700
Элементы У-2	18	450	8 100
Элементы У-4	2	575	1 150
Дверь ДЗМ (металлическая)	1	170	170
Итого			33 570

Перевозка комплекта сооружения может осуществляться на любых автомашинах, однако наиболее рационально перевозить его на большегрузных машинах МАЗ-200, ЯАЗ-210 и других. При транспортировании автомашинами МАЗ-200 на перевозку комплекта нужно 3 машино-рейса.

Элемент К-1 представляет собою в разрезе окружность, усеченную внизу по хорде, с плавными, закруглен-

ными переходами. Если сравнить конфигурацию элемента К-1 с конфигурацией элемента У-1, то сразу видны преимущества первого. Действительно, близкое к окружности очертание упрощает и облегчает работу элемента под нагрузкой по сравнению с прямолинейными очертаниями элемента У-1. Одновременно, как следствие этого, упрощается армирование, арматура может навиваться на шаблоны, как в кольцевых элементах, и только в местах перехода к полу нуждается в усилении.

Элемент К-2 сходен по назначению и конструкции с элементом У-3 и отличается несколько большими габаритами и наличием нескольких отверстий: отверстий малого диаметра (2,7 *см*) для крепления герметических дверей и большого (12 и 16 *см*) для инженерных коммуникаций (воздуховоды, печные трубы, кабели связи, электрокабели и другие). При изготовлении элемента К-2 в тех местах, где должны быть отверстия, устанавливаются деревянные пробки или в малые отверстия — обрезки газовых труб.

Сооружение СБК может собираться спаренным — из двух комплектов. Внутреннее оборудование в этом случае собирается по схеме одиночного сооружения в каждой половине.

Как видно из приведенных рисунков и описаний, большое место во всех сооружениях занимают защитные двери. Рассмотрим кратко их конструкции.

Деревянная защитная дверь

Деревянная защитная дверь с проемом 60×130 *см* (рис. 10) наиболее распространенная. Она может изготавливаться самими войсками или поставляться готовой с промышленных предприятий. Эта дверь устанавливается в сооружениях из сводчатых элементов, а также в сооружениях СБК и УСБ, если в комплекте нет металлических дверей ДЗМ. Кроме железобетонных сооружений, дверь применяется во всех убежищах дерево-земляной конструкции, в убежищах из элементов волнистой стали ФВС, в сооружениях на пунктах управления.

Дверной блок состоит из коробки, полотна и поковок. Коробка представляет собою двойную раму из брусков толщиной 7 *см*, собранных на гвоздях. Полотно защитной двери имеет два слоя. Основной, рабочий слой, имеет поперечное направление и состоит из брусков толщиной 7 *см*. С лицевой стороны в продольном направлении на основной слой наби-

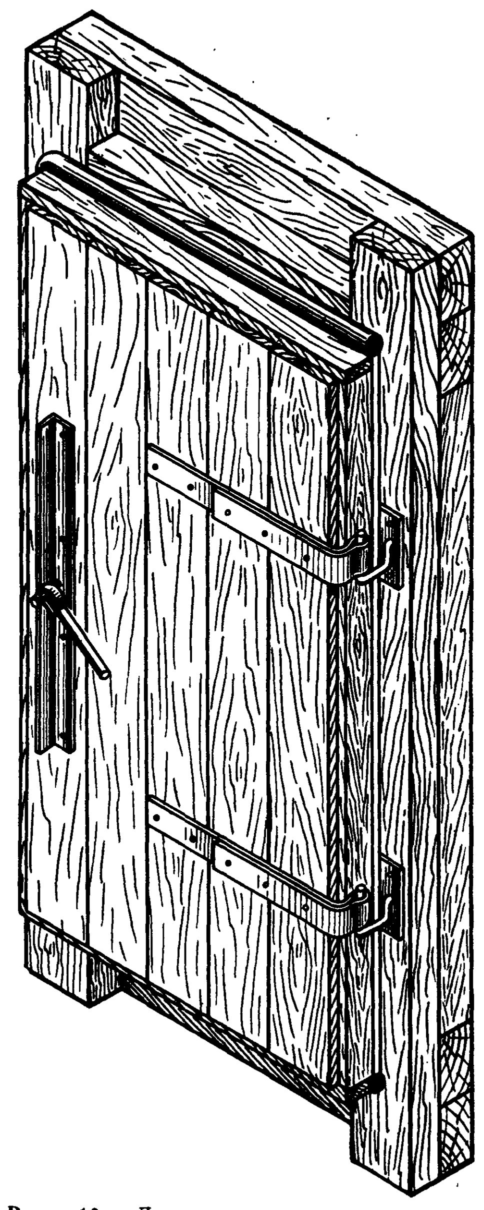


Рис. 10. Деревянная защитная дверь

вается распределительный слой из теса толщиной 2,5 *см*.

По периметру полотна с помощью планок прибивается герметизирующий валик диаметром 4 *см* из плотной материи, набитый ветошью, паклей или другими подобными материалами. Герметизирующий валик является очень важной деталью двери, поскольку с его помощью обеспечивается герметизация, перетекание избыточного воздуха из сооружения (при работающей вентиляции), а также защищается при взрыве периметральная щель, так как валик прижимается к раме ударной волной.

Полотно навешивается и задраивается с помощью поковок, в комплект которых входят петли, задрайка и необходимые детали.

Рис. 11. Металлическая защитная дверь ДЗМ

При изготовлении двери БД-60 в заводских условиях для улучшения герметичности рама и полотно собираются из шпунтованных брусков, а между слоями брусков полотна прокладывается рулонный материал (толь, рубероид). Последний прием можно применять и при изготовлении двери в полевых условиях.

Металлическая защитная дверь

Металлическая защитная дверь ДЗМ (рис. 11) изготавливается и поставляется промышленностью в готовом виде. Она состоит из рамы и полотна с двумя задрайками. Для крепления рамы к перегородке имеется шесть болтов. По периметру полотна проложено резиновое уплотнение.

Полотно представляет собою тонкий лист толщиной 3 *мм*, который благодаря вогнутой форме работает только на растяжение. Общий вес двери 172 *кг*.

Важнейшей составной частью почти всех сооружений является внутреннее оборудование, обеспечивающее вентиляцию, отопление сооружения и защиту от проникания ударной волны и БРВ через отверстия. Внутреннее оборудование полевых фортификационных сооружений типа убежищ, медпунктов, сооружений на пунктах управления поступает в войска в виде фильтровентиляционных комплектов и полевого отопительного комплекта ОПП.

Для освещения сооружений применяются табельные светильники с аккумуляторными источниками или с бензоэлектрическими осветительными станциями.

Фильтровентиляционный комплект

Комплекты по своему составу и назначению предназначены для подачи воздуха в сооружение, очистки его от ОВ и БРВ, герметизации сооружения и защиты отверстий от прорыва ударных волн в сооружения. Комплекты состоят из фильтровентиляционной установки (ФВУ), герметических дверей, устройства для защиты воздухозаборного отверстия ВЗУ и рулона специальной бумаги для герметизации.

Фильтровентиляционная установка (ФВУ) состоит из вентилятора, фильтров, воздуховодов и указателя расхода воздуха (рис. 12).

В некоторых комплектах устанавливается вентилятор с электроприводом, питаемый от осветительного электроагрегата.

Раздвижная герметическая дверь (рис. 13) устанавливается в первом и втором тамбурах сооружений и крепится на перегородках (элементы У-3, У-4, К-2, БП-1) с помощью верхней и нижней сегментных досок, а также двух боковых планок. Предварительно к бетонной перегородке с помощью болтов крепится дверная рама из досок толщиной 4 *см*, а уже к ней прибиваются сегментные доски и прижимные боковые планки. В верхней сегментной доске имеется клапан перетекания, предназначенный для выхода воздуха из сооружения в тамбуры («продувки тамбуров») при работающей вентиляции. Дверное полотно герметической двери сделано из специальной ткани и навешивается на верхнюю сегментную доску, для чего на ней имеется специальная металлическая планка. До закрепления бо-

ковых прижимных планок длина полотна регулируется по ширине с таким расчетом, чтобы в закрытом положении полотно было слегка натянуто и плотно прилегало к краям сегментов, после этого планки прибиваются к раме.

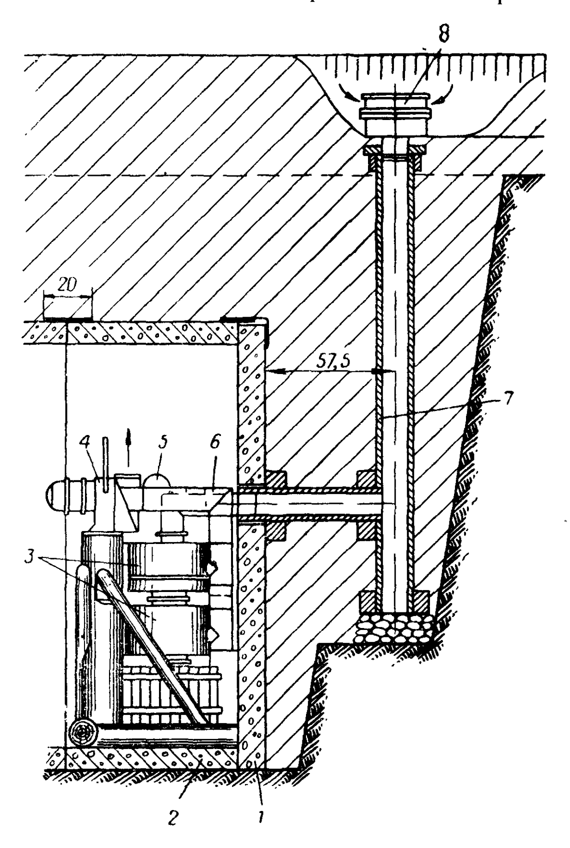


Рис. 12. Фильтровентиляционная установка (ФВУ) в сооружении:

1 — элемент У-3; *2* — элемент У-1; *3* — фильтры-поглотители; *4* — вентилятор; *5* — указатель расхода воздуха; *6* — воздуховоды; *7* — воздухозаборный короб; *8* — вентиляционное защитное устройство ВЗУ-100

При открывании двери полотнища раздвигаются в стороны, а при закрывании — смыкаются и запираются. Полотнища в закрытом положении плотно прилегают к верхней и нижней сегментным доскам.

Специальная бумага предназначается для герметизации покрытия и тамбуров. С этой целью в сборных железобетонных сооружениях бумага укладывается на стыки покрытия перед засыпкой, стыки тамбура также герметизируются накладкой полос бумаги перед обвалованием.

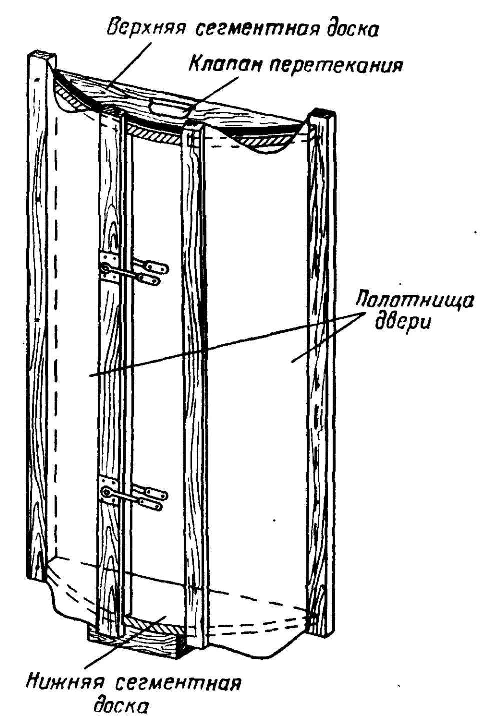


Рис. 13. Раздвижная герметическая дверь

Полевой отопительный комплект ОКП

Полевой отопительный комплект ОКП (рис. 14) состоит из металлической печи, труб, герметического дымового клапана (шибера) и противовзрывного устройства (ДЗУ-100), защищающего дымовое отверстие.

Печь имеет цилиндрический корпус и наружный кожух с крышкой. Между корпусом и кожухом засыпается грунт, желательно песчаный, для повышения теплоемкости печи. Благодаря этому можно поддерживать достаточную температуру в сооружениях, ограничиваясь двухразовой топ-

кой — вечером и утром. Такой режим способствует маскировке сооружений. Герметический дымовой клапан имеет цилиндрическую форму по диаметру воздуховода, внутри него находится подвижный шибер, с помощью которого

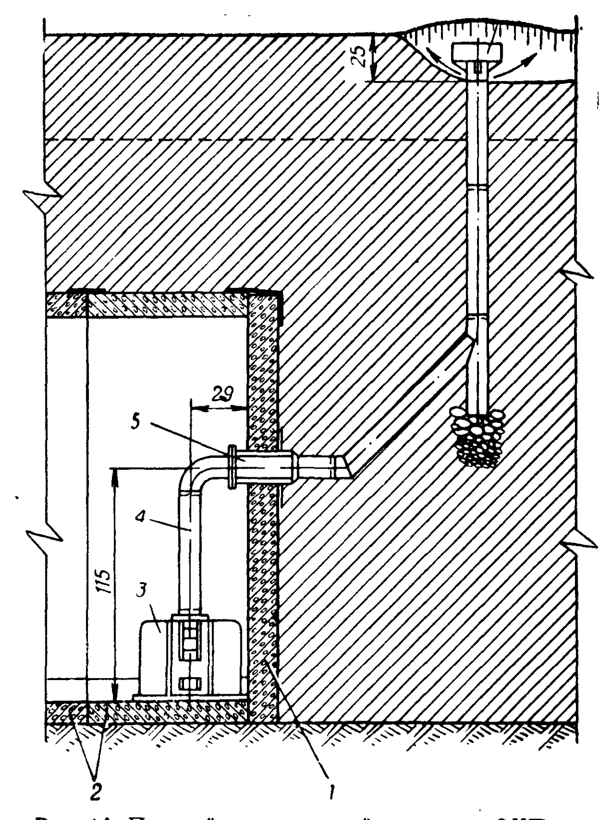


Рис. 14. Полевой отопительный комплект ОКП:

1 — элемент У-3; *2* — элемент У-1; *3* — печь; *4* — дымовая труба; *5* — герметический дымовой клапан; *6* — противовзрывное устройство ДЗУ-100

регулируется тяга или полностью перекрывается дымоход, когда печь не топится. Корпус клапана имеет специальную асбестовую тепловую изоляцию на случай монтажа его в конструкциях деревянных сооружений.

Коротко рассмотрим работу фильтровентиляционного оборудования, имеющего важнейшее значение для сохра-

нения боеспособности материальной части и личного состава, находящихся в сооружении.

В обычном положении защитные и герметические двери должны быть закрыты, а вентиляция периодически приводиться в действие вращением вентилятора. При достаточной герметизации сооружения воздух, поступающий из фильтровентиляционного агрегата, несколько повышает давление в сооружении, создается подпор воздуха, что важно для защиты от проникания ОВ и радиоактивных веществ. Из основного помещения сооружения воздух при наличии подпора открывает клапаны перетекания в герметических дверях, проходит в тамбуры, вентилирует их и выходит из первого тамбура наружу через неплотности защитной двери или специальное устройство для перетекания (на некоторых сооружениях). Наличие подпора является непременным условием боеспособности сооружения и проверяется по открыванию клапана в герметической двери при работающей вентиляции.

В случае необходимости во время химического нападения вход и выход осуществляются при работающей ФВУ путем последовательного перехода из тамбура в тамбур с тщательным закрыванием дверей и с задержкой в каждом из них на 2—3 *мин*, чтобы ОВ не проникли в сооружение.

После ядерного взрыва или обстрела вентиляция выключается на 15—20 *мин*.

* * *

Мы рассмотрели основные типы сборных железобетонных сооружений, применяемых при оборудовании позиций войск, их конструкцию и оборудование. Рассмотрим, как же изготавливаются сборные сооружения, какие механизмы, оборудование и приспособления при этом используются, а также как организовать изготовление сборных сооружений в полевых условиях.

Глава II

ИЗГОТОВЛЕНИЕ СБОРНЫХ ЖЕЛЕЗОБЕТОННЫХ СООРУЖЕНИЙ

Железобетонные элементы полевых сооружений изготавливаются из обычного бетона марки 300—400 и арматуры круглого сечения диаметром 6—14 *мм*. Формование элементов обычно производится в металлической опалубке или виброформах, представляющих собою металлические формы с закрепленными на них вибраторами. В исключительных случаях применяется деревянная опалубка, так как она быстро выходит из строя и требует частой замены.

Рассмотрим последовательно характеристики бетона и его составляющих, подбор состава бетона, свойства и марки арматуры, применяемой для полевых фортификационных сооружений, конструкцию опалубки, рекомендуемой для изготовления элементов, и наконец, организацию изготовления элементов в полевых условиях.

Бетон

Бетон — это искусственный камень, получаемый в результате твердения смеси из вяжущего вещества (в частности, цемента), щебня (гравия), песка и воды.

Бетон, как все каменные материалы, хорошо работает на сжатие, но имеет низкое сопротивление растяжению, поэтому, как правило, не используется для конструкций, работающих на растяжение или изгиб. Чтобы компенсировать этот недостаток каменных материалов, в частности бетона, в те конструкции или части конструкций, в которых возникают растягивающие напряжения, ставят стержни материала, хорошо работающего на растяжение. В железобетоне таким материалом является сталь. Таким

образом, получается конструкция, в которой в основном сжимающие напряжения воспринимаются бетоном, а растягивающие — арматурой.

На рис. 15 показана простая балка из железобетона, нагруженная сверху. При этом верхние слои балки испытывают сжатие, а нижние — растяжение и поэтому армируются.

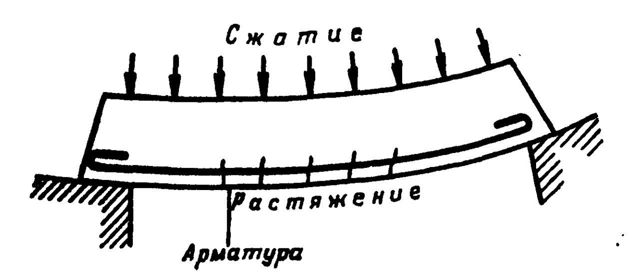


Рис. 15. Принципиальная схема работы арматуры в железобетонной балке

Изложенная мысль о сущности армирования дает лишь самое общее представление о назначении арматуры в железобетоне, но не исчерпывает вопроса в целом. Дело в том, что обеспечение конструктивной «монолитности» железобетонной конструкции требует армирования не только растянутой зоны и не так просто, как показано на рис. 15. Кроме этой основной арматуры, даже в простой балке закладываются отогнутая арматура, хомуты и монтажная арматура.

Иногда, чтобы уменьшить высоту конструкции или увеличить ее несущую способность, армируют рабочей арматурой также и сжатую зону. Таким образом, современные железобетонные конструкции имеют сложное армирование. Такие конструкции, как тонкостенные своды двоякой кривизны (купола), колонны, прогоны, ребристые перекрытия, имеют развитое и своеобразное армирование, подлежащее расчету и конструированию.

Железобетонные конструкции имеют ряд преимуществ с точки зрения фортификационного строительства. Главное из них то, что бетон состоит на 80% из местных материалов; важным качеством железобетона является его индустриальность, т. е. возможность изготовления деталей и конструкций с широким применением средств механизации, в том числе вне места их возведения.

Поскольку железобетонные конструкции можно изготавливать любой формы, им можно придавать криволинейные очертания, рациональные с точки зрения работы и удобства эксплуатации.

Будучи прочным материалом, железобетон нашел широкое применение в несущих конструкциях (остовах сооружений), а также в конструкциях, воспринимающих удар снарядов и авиабомб. Железобетон хорошо работает на динамические нагрузки, и можно уверенно сказать, что он занимает первое место среди материалов в заблаговременном военном строительстве.

Немаловажным фактором является также долговечность железобетона. Много десятилетий стоят укрепления, возведенные из него, без признаков разрушения; бетон со временем только увеличивает свою прочность, а арматура, защищенная им, полностью сохраняет свои свойства. Для заблаговременного военно-полевого строительства этот фактор имеет важное значение. Многочисленные примеры говорят, что укрепления и постройки, особенно заглубленные, возведенные из дерева, быстро приходят в негодность, требуют восстановления и эксплуатационных расходов, делающих их дороже железобетонных.

В условиях воздействия ядерного оружия для наземных построек (хранилища, склады, огневые позиции, наземные части заглубленных сооружений) особенно важно такое качество железобетона, как невозгораемость.

В числе недостатков железобетона обычно отмечались относительно большой вес конструкций, необходимость сложной опалубки для изготовления, длительное время твердения (несколько суток), затруднительность бетонирования в зимнее время и необходимость квалифицированных специалистов по бетону и арматуре.

В последние годы, в связи с широким применением сборных сооружений, в том числе и фортификационных, большая часть этих недостатков была устранена. Относительно большой вес конструкции затруднений не представляет при правильном выборе места изготовления и минимальных дальностях перевозки, а также в связи с наличием в инженерных частях большого количества грузоподъемных средств.

Если раньше для монолитных сооружений действительно требовались сложная опалубка на месте возведения, длительные сроки выстойки бетона, утепление его зимой, то сборность ликвидировала все эти трудности. Специализированные подразделения изготавливают детали соору-

жений в виброформах с немедленной распалубкой на быстротвердеющих цементах, а на месте возведения все операции сводятся к сборке с помощью табельных грузоподъемных средств.

Прочность железобетонных конструкций зависит от прочности бетона и арматурной стали. Рассмотрим вопросы прочности несколько подробнее.

Бетон является искусственным неоднородным материалом, и его прочностные свойства резко отличаются по видам воздействия (сжатие, растяжение, срез и т. д.). Поскольку бетон в конструкциях чаще всего работает на сжатие, а проверить прочность на сжатие наиболее легко раздавливанием контрольного кубика на прессе, именно сопротивление бетона сжатию и принято в качестве основного.

Прочность бетона зависит от многих факторов: от марки (активности) цемента, возраста бетона, условий твердения, от количества цемента и воды в бетоне, точнее от их соотношения $\left(\frac{В}{Ц}\right)$, от качества заполнителей (гравий или щебень, песок).

С увеличением марки цемента, естественно, возрастает и прочность бетона, поэтому в военно-полевом строительстве стремятся применять высокомарочные цементы. Это повышает прочность бетона и компенсирует некоторые упрощения и послабления, имеющие место в полевых условиях: загрязненные заполнители, неточная дозировка и т. д.

Маркой цемента называется прочность на сжатие песчано-цементного кубика (цемент : песок = 1 : 3) в возрасте 28 дней.

Прочность бетона изменяется (нарастает) во времени. Для бетонов на портланд-цементе это нарастание идет наиболее интенсивно первые семь суток, но продолжается и позднее. При твердении во влажной, теплой среде (+20° С) в первые семь дней бетон набирает 0,6—0,75 своей прочности.

Бетон при твердении требует тепла и влаги, при низких температурах нарастание прочности идет медленно, а при температуре 3—4° ниже нуля — прекращается. В практике свежеуложенный бетон покрывают опилками, рогожей, соломенными матами или другими местными материалами и увлажняют поливкой.

Соотношение воды и цемента в бетоне сильно влияет на его прочность. Чем меньше это соотношение, называе-

мое водоцементным, тем прочность выше. Объясняется это тем, что только 20% воды от веса цемента участвует в химической реакции, остальная вода заполняет поры, которые после высыхания образуют пустоты, и прочность от этого уменьшается.

Прочностью бетона (или его маркой) называется прочность на сжатие в *кг/см*² кубика 20 × 20 × 20 *см* в возрасте 28 дней при твердении в нормальных температурно-влажностных условиях.

В реальных конструкциях бетон очень редко работает как условный кубик — детали и элементы имеют форму призм, арок, ломаных конструкций и т. д. В силу этого конструкторам приходится от условной прочности переходить к реальной: прочности призменной (сжатие), прочности на сжатие при изгибе, прочности на растяжение и на срез.

Если условную прочность (марку) принять за единицу, то для ходовой марки бетона 300 прочность на сжатие (призменная) составляет 200 *кг/см*², на сжатие при изгибе — 250 *кг/см*², на срез — 50 *кг/см*², на растяжение — 25 *кг/см*².

Для точного определения прочностных показателей бетонов различных марок имеются специальные таблицы и формулы. Если обозначить марку бетона R, то призменная прочность $R_{пр} = \frac{1300 + R}{1450 + 3R} \times R$, прочность на сжатие при изгибе $R_и = 1{,}25 \times R_{пр}$, прочность на растяжение $R_р = 0{,}5\sqrt[3]{R^2}$, на срез $R_{ср} = 0{,}7\sqrt{R_{пр} \cdot R_р}$.

С увеличением возраста бетона более 28 суток его прочность увеличивается, а при уменьшении — уменьшается. Так, на седьмые сутки прочность R_7 составляет $0{,}75R$, а через 90 дней — $R_{90} = 1{,}25 \times R$.

Рассмотрим основные компоненты (составные части) бетона, требования к ним и некоторые рекомендации при полевом изготовлении железобетонных элементов.

Цемент для изготовления сборных железобетонных сооружений применяется с маркой не ниже 400, что обеспечивает при соблюдении всех прочих требований достаточную прочность деталей.

Наиболее широкое распространение имеют следующие цементы: портланд-цемент, быстротвердеющий портланд-цемент БТЦ и в меньшей мере глиноземистый цемент. Глиноземистый цемент отличается быстрым нарастанием

прочности. Так, через 24 *ч* он набирает около 70% своей двадцативосьмидневной прочности.

Из многочисленных свойств цементов отметим одно, имеющее большое практическое значение, — это его гигроскопичность. Находясь в сыром помещении, цемент покрывается коркой, в нем образуются комья, теряется активность (понижается марка), а иногда цемент из-за сырости совершенно портится и превращается в окаменевшую массу. Это происходит потому, что все цементы представляют собою порошок очень тонкого помола, который быстро вступает в реакцию с атмосферной влагой и углекислотой воздуха.

Чтобы сохранить цемент, его расфасовывают в мешки по 50 *кг* из плотной бумаги, однако часто цемент поступает без упаковки. В этом случае его хранят в специальных автомашинах — цементовозах, цистернах или в сараях, больших ящиках, обитых толем.

За последнее время получила распространение мягкая тара из синтетических материалов, представляющая собою мешки емкостью 500—1500 *кг*. Эти мешки могут погружаться и опорожняться с помощью автокрана.

Часто в практике приходится встречаться с лежалыми цементами, которые после нескольких месяцев хранения потеряли активность. Такие цементы медленно твердеют, а прочность готовых изделий понижается. Довольно широко распространены шаровые вибромельницы, в которых можно путем вибродомола цемента перед приготовлением бетона повысить его активность. Сущность этого явления очень простая. Активность цемента зависит от крупности его зерен; чем мельче зерна, тем активнее цемент. В процессе вибродомола зерна цемента дробятся и активность его возрастает.

Вода для приготовления бетона годится не всякая. Нельзя использовать морскую воду, воду из болот и сточных водоемов, так как она содержит вредные химические примеси, разрушающие бетон. Для приготовления бетона пригодна только питьевая вода.

Заполнители. В полевых условиях войска наиболее часто используют природные песчано-гравийные смеси, встречающиеся в карьерах и по берегам водоемов. Непосредственно для бетона могут применяться смеси с содержанием песка не более 60%. Если песка больше 60%, то смесь нужно обогащать добавлением щебня или гравия. Если в песчано-гравийной смеси имеются зерна крупнее 40 *мм*, то их удаляют просеиванием.

При заготовке гравия или дроблении щебня его сортируют просеиванием через сита на две фракции крупностью 5—20 *мм* и 20—40 *мм*. В бетон берется 70% более крупной фракции и 30% мелкой.

Если отсутствует природная песчано-гравийная смесь, то приходится заготавливать отдельно гравий или щебень и отдельно песок. Гравий является естественным материалом, а щебень — искусственный материал, получаемый дроблением камней в камнедробилках. Прочность материала щебня должна быть не менее требуемой прочности бетона, т. е. не менее 300 *кг/см*², иначе бетон не получится заданной марки. Для щебня пригодны граниты, диориты, диабазы, песчаники, известняки и другие горные породы. В условиях города в ходе боевых действий могут использоваться обломки зданий, каменных заборов и других городских построек.

Состав естественных материалов (песчано-гравийная смесь, гравий) по крупности, или, как его называют, гранулометрический состав, определяется отбором нескольких проб (трех — четырех) и их просеиванием на ситах различной крупности. В итоге берется средний результат.

Песок не должен содержать глинистых или илистых частиц, так как наличие этих примесей потребует либо его промывки (отмучивания), что практически невозможно, либо увеличения расхода цемента, чтобы компенсировать потерю прочности за счет загрязнений. Увеличение расхода цемента при необходимости работы на загрязненных песках составляет 25% общего расхода, т. е. весьма ощутимое количество. Для бетона выгоднее применять крупный песок, так как он имеет меньшую поверхность и, следовательно, требует меньше цементного теста на обволакивание зерен, чем мелкий песок.

Иногда, особенно в районах пустынь, приходится работать на очень мелких, барханных песках. В этом случае для сохранения удобоукладываемости бетона и его свойств при затворении добавляют сульфитно-спиртовую барду из расчета 3—4 *кг* на тонну цемента.

Арматура

Арматура в бетоне может быть жесткая и гибкая. В качестве жесткой арматуры применяются стальные балки, рельсы, а в качестве гибкой — прутковая арматура различных диаметров. Жесткая арматура в сборных поле-

вых сооружениях не используется, ее применяют в монолитных перекрытиях и тюфяках.

Арматура полевых фортификационных сооружений изготавливается из стальных стержней диаметром 6—14 *мм*.

Прутковая арматура, идущая на изготовление элементов сборных фортификационных сооружений, может быть круглая или периодического профиля (рифление делается при горячей прокатке). Для сеток и монтажной арматуры применяется холоднотянутая проволока.

Нанесение рифлений, кручение и другие мероприятия осуществляются, чтобы улучшить сцепление арматуры с бетоном. Довольно широко также применяется холодносплющенная арматура. Она получается из круглых стержней, подвергнутых прокату в холодном состоянии. В результате такого проката стержни сплющиваются с равномерными интервалами. Эта обработка не только увеличивает сцепление бетона, но также упрочает арматуру на 40—50%, вызывая эффект наклепа.

Чтобы получить прочный бетон, нужно правильно его приготовить, выдержать дозировку отдельных составляющих, или, как говорят, рассчитать состав бетонной смеси.

Практикой установлено, что бетон для изготовления элементов сборных сооружений должен иметь марку не менее 300. Это обеспечивает минимально необходимую прочность элементов при погрузочно-разгрузочных операциях и перевозках.

Подбор состава бетона

Подбор состава бетона может проводиться либо путем расчета по формулам, либо по таблицам.

Для подбора состава бетона необходимо знать ряд исходных данных, а некоторые показатели нужно принять заранее в зависимости от конкретных условий. Поясним эти положения. Марка бетона при нормальных температурно-влажностных условиях, как указывалось выше, зависит от марки цемента, водо-цементного отношения, качества заполнителей и дозировки всех составляющих. Качество заполнителей (прочность щебня или гравия) не учитывается, так как для бетонов применяются заполнители с прочностью, превышающей прочность бетона, которую нужно получить. Марка цемента и требуемая марка бетона бывают известны при расчетах. Таким образом,

расчет состава бетонной смеси сводится к определению соотношения весов составляющих: цемента, песка, гравия — при водо-цементном отношении, определенном для данных условий изготовления изделий.

Рассмотрим вопрос определения водо-цементного отношения для бетона. Как указывалось выше, только 20% воды (от веса цемента) реагирует в химическом процессе, практически же при формовании в бетон идет от 40 до 70%. Вся лишняя вода образует поры и ухудшает бетон. Таким образом, задача состоит в том, чтобы принять минимально возможное по условиям формования водо-цементное отношение.

В лабораторных условиях подвижность бетонной смеси определяется с помощью специального стандартного конуса. Конус смачивается водой, устанавливается на деревянную подставку, обшитую железом, и заполняется бетоном в три приема со штыкованием. После поднятия конуса бетон оседает, в зависимости от этой осадки различают жесткие бетоны с осадкой, равной нулю, пластичные — с осадкой 10—150 *мм* и литые — с осадкой более 150 *мм*.

Практически при $\frac{В}{Ц} < 0{,}35$ обычными способами уплотнить бетон не удается, так как он малоподвижный. В полевых условиях при уплотнении с помощью вибраторов или виброформ $\frac{В}{Ц}$ принимается 0,4—0,5. В отдельных случаях, при бетонировании монолитных массивов сложной конфигурации, применяют литые (жидкие) бетоны, которые заполняют опалубку под действием собственного веса. Однако следует иметь в виду, что в литых смесях прочность значительно уменьшается по сравнению с жесткими, которые уплотняются вибрированием. Так, если при $\frac{В}{Ц} = 0{,}4$, т. е. при жестком бетоне, марка бетона будет равна 300, то при литом бетоне из этих же составляющих марка вдвое меньше.

Марка бетона, изготовляемого на гравии, марка цемента ($R_ц$) и соотношение количества цемента и воды связаны формулой

$$R_{28} = 0{,}5 \times R_ц \left(\frac{Ц}{В} - 0{,}5\right). \qquad (I)$$

Задавшись из условий укладки бетона $\frac{В}{Ц}$, определяют

обратную величину $\frac{Ц}{В}$ и, зная марку цемента $R_{ц}$, подсчитывают R_{28}. Если она превосходит минимально необходимую для данной конструкции прочность, то количество воды можно увеличивать, что упростит укладку.

Рассмотрим теперь, как подбирается состав заполнителей. Задача состоит в том, чтобы мелкий заполнитель (песок) заполнил все пустоты в гравии (щебне). В этом случае получается оптимальная смесь. Чтобы облегчить укладку, количество песка после расчета увеличивается на 10—15%. Расчет соотношения крупных и мелких заполнителей ведется по формуле

$$\frac{П}{Г} = \frac{\gamma_{оп}}{\gamma_{ог}} \cdot V_{г}, \qquad \text{(II)}$$

где П и Г весовые количества песка и гравия; $\gamma_{оп}$ и $\gamma_{ог}$ — их объемные веса; $V_{г}$ — пустотность гравия.

Поскольку все зерна заполнителя должны обволакиваться цементным тестом, обычно стремятся работать с крупными песками, так как их удельная поверхность меньше, чем мелких. При работе с мелкими песками приходится увеличивать количество воды и цемента до 25%, как упоминалось выше.

Общая последовательность расчета состава бетона следующая:

— в зависимости от условий формования (вручную, вибраторами и т. д.) задаются примерной величиной $\frac{В}{Ц}$;

— устанавливают количество цемента на 1 $м^3$ бетона (для фортификационных конструкций в пределах 300—450 *кг* в зависимости от качества заполнителей, крупности песка и т. д.);

— рассчитывают соотношение щебня (гравия) и песка в зависимости от их объемных весов и пустотности гравия (формула II);

— вычисляют расход заполнителей на 1 $м^3$ бетона;

— рассчитывают полевой состав бетонной смеси с учетом естественной влажности материалов;

— проверяют удобоукладываемость бетона на пробных замесах, вносят изменения в состав бетона и изготавливают пробные образцы (кубики).

В реальных условиях войскам и военно-строительным подразделениям приходится применять гравийно-песчаные смеси.

В этом случае состав бетона определяют проще. В зависимости от состава гравийно-песчаной смеси узнают расход цемента (по таблице), а затем, исходя из $\frac{В}{Ц} = 0,4$ (для укладки бетона вибрированием), подсчитывают количество воды и гравийно-песчаной смеси. Количество гравийно-песчаной смеси в литрах на 1 $м^3$ легко получается вычитанием от 1 $м^3$ (1000 *л*) объема воды и цемента. Объемный вес цемента принимают равным 3.

Расход цемента на 1 $м^3$ бетона гравийно-песчаной смеси приводится в табл. 8.

Таблица 8

№ по пор.	Соотношение между гравием и песком в смеси (по весу)	Расход цемента, *кг*
1	70 : 30	375
2	60 : 40	400
3	50 : 50	425
4	40 : 60	450

Пример. Имеется гравийно-песчаная смесь с соотношением гравия и песка 45 : 55. Требуется определить состав бетона, если известно, что укладка будет производиться в виброформах.

1. Определяем расход цемента на 1 $м^3$ по таблице (средним между расходами по строке 3 и 4):

$$Ц = \frac{425 + 450}{2} = \frac{875}{2} = 438 \text{ кг}.$$

2. При укладке в виброформах $\frac{В}{Ц}$ принимаем 0,4 и расход воды на 1 $м^3$ будет $В = Ц \times 0,4 = 175$ *л*.

3. Объем гравийно-песчаной смеси

$$Г = 1000 - (Ц_{об} + В) = 1000 - \left(\frac{438}{3} + 175\right) = 679 \text{ л}.$$

После этого нужно учесть естественную влажность гравийно-песчаной смеси и соответственно уменьшить дозировку воды. Затем делается пробный замес 10 *л* бетона и проверяется его удобоукладываемость или осадка конуса. Если необходимо иметь более пластичный бетон, то добавляют воду и соответственно водо-цементному отношению — цемент. Если количество воды приходится уменьшать, то расход цемента не меняют. Напомним, что такие крайне

упрощенные расчеты можно делать только с цементом марки не ниже 400.

Рассмотрев кратко исходные материалы для изготовления элементов сборных железобетонных фортификационных сооружений, познакомимся с тем, как в войсковых условиях эти элементы изготавливаются. Рассмотрим последовательно действия командира подразделения, организующего изготовление железобетонных элементов: инженерная разведка, заготовка материалов, приготовление бетона, изготовление арматурных каркасов, бетонирование, уход за готовыми изделиями.

Инженерная разведка для развертывания бетонного завода

Цель инженерной разведки — выбрать место для развертывания полевого бетонного завода, изготавливающего элементы сборных сооружений. Инженерная разведка определяет наличие месторождений местных каменных материалов, песка, гравия и наличие воды, а также состояние дорожной сети, мостов, наличие естественных масок, состояние населенных пунктов и другие факторы, имеющие отношение к развертыванию полевого бетонного завода.

Приступая к организации разведки, командир подразделения намечает план ее ведения по карте, а также руководствуется опросом местных жителей, особенно о месте расположения карьеров и других источников песка, гравия или щебня.

Разведка обычно ведется по нескольким направлениям, намеченным предварительно по карте. На каждое направление высылается группа из 2—3 человек. В распоряжение командира подразделения, ведущего разведку, выделяется грузовая машина, которая идет по основному маршруту и собирает разведывательные группы у заранее установленных точек.

Каждая разведывательная группа должна иметь лопаты, киркомотыгу, топор, рулетку, ручной бур, шнур и несколько ящиков для взятия проб.

На основании результатов анализа проб в полевой лаборатории или в крайнем случае их осмотра и простейшего исследования, а также на основе докладов старших групп командир подразделения принимает решение на развертывание полевого бетонного завода.

При отсутствии полевой лаборатории или соответствую-

щей лаборатории в ближайших населенных пунктах отобранные образцы подвергаются осмотру и простейшему анализу. Содержание гравия в песчано-гравийной смеси определяется просеиванием и взвешиванием, наличие глины в песке — путем отмучивания песка в воде. Пустотность щебня определяется с помощью сосуда и мензурки: в сосуд укладывается щебень, затем он заливается водой до полного погружения. Объем этой воды равен объему пустот. С помощью этих и подобных простейших приемов ориентировочно определяются пригодность и основные свойства материалов.

На основе данных разведки намечаются карьеры добычи материалов, на местности размещаются бетоносмесительное, арматурное, формовочное подразделения, склады материалов и готовых изделий, энергохозяйство, организуется водоснабжение, намечаются маршруты перевозок.

Небрежность ведения инженерной разведки и изучения ее данных приводит к большой потере времени в последующем, а также к перерасходу горючего, моторесурсов и ряду других лишних затрат.

При рекогносцировке нужно учитывать и маскирующие свойства местности.

Неполный учет этих возможностей местности может привести к обнаружению и уничтожению противником полевого бетонного завода. При выборе места под развертывание следует иметь в виду, что общая площадь, занимаемая развернувшимися подразделениями, составляет около 0,5 *га*, что требует тщательной маскировки как машин и механизмов, так и подъездов. Лучше всего развертывать завод в лесу. На безлесной местности можно маскироваться в оврагах, на окраинах небольших населенных пунктов или вблизи от сельскохозяйственных построек.

При окончательном выборе места развертывания бетонного завода следует учитывать следующее:

— близость от места добычи каменных заполнителей;

— маскирующие свойства местности;

— наличие дорог для подвоза заполнителей, внутреннего транспорта и вывоза готовых элементов.

Заготовка материалов

Заготовка материалов может быть организована в полевых условиях по-разному. Чаще всего принимают решение работать на гравийно-песчаной смеси как наиболее распространенной. Добыча ее может быть организована

либо по берегам водоемов, либо в оврагах, осыпях и т. д. В каждом из этих случаев должна быть своя, целесообразная организация добычи материалов. При добыче гравийно-песчаной смеси или отдельно гравия и песка из водоемов или с их берегов экскаватор должен быть оборудован драглайном. При возможности лучше добывать инертные материалы со дна реки, а не на берегу, где они, как правило, более заилены и смешаны с глиной.

Если добычу материалов приходится вести из горизонтальных пластов при поверхностном залегании, то предварительно, как правило, нужно сделать вскрышу, т. е. снять верхнюю, пустую породу (почвенно-растительный слой). По возможности в полевом фортификационном строительстве стараются избегать вскрышных работ и вести добычу в существующих карьерах. При добыче из горизонтальных пластов (на равной местности) экскаватор оборудуется обратной лопатой, что дает наилучшую организацию разработки пласта.

Чаще всего карьеры бывают в оврагах. Это объясняется тем, что в оврагах наиболее распространены обнажения необходимых пород вследствие оползней, промоин и т. д. При работе на дне оврага экскаватор оборудуется прямой лопатой, с помощью которой ведется разработка полезной породы. Если толщина слоя пустой породы при этом небольшая (30—40 *см*), то полезную породу выбирают из-под пустой с последующим обрушением ее на дно оврага и выбросом в перерывах между рейсами автомашин, перевозящих материалы к месту приготовления бетонной смеси. Если толщина слоя пустой породы велика, то перед спуском экскаватора в овраг делается вскрыша обратной лопатой, а затем ведется разработка прямой лопатой.

При всех вариантах организации добычи инертных материалов работа экскаватора должна быть организована так, чтобы одним циклом производить захват породы и подачу ее в самосвал или на транспортер, тележки и другие средства малой механизации при расположении бетономешалки около забоя.

Менее выгодной по сравнению с добычей гравийно-песчаной смеси с точки зрения затрат является раздельная добыча песка и особенно камня.

Камень приходится добывать из сплошных каменных массивов (скальных пород) или из валунов. В обоих случаях это связано со взрывными работами. Как в скале, так и в валунах используются трещины или делаются

шпуры, в которые помещается *ВВ* по расчетам на дробление согласно наставлению по подрывным работам. Раздробленный до размеров не более 20 *см* с помощью *ВВ* и вручную камень подается в дробильно-сортировочный агрегат (рис. 16), где дробится и сортируется на две



Рис. 16. Дробильно-сортировочный агрегат С-349 в момент загрузки

фракции: 5—20 *мм* и 20—40 *мм*. Дробление и сортировка должны проводиться на месте добычи, поскольку при этих операциях получаются значительные отходы.

К добыче щебня (гравия) приходится прибегать при отсутствии гравийно-песчаной смеси или если содержание в ней гравия менее 40% (по весу).

Непосредственно у бетономешалки должно быть организовано складирование гравийно-песчаной смеси или щебня (гравия) по фракциям и песка.

Приготовление бетонной смеси

Приготовление бетонной смеси производится с помощью бетономешалок различной емкости. Их емкость считается по сумме объемов загружаемых материалов, т. е. она

больше объема готового бетона, выходящего из бетономешалки. Такое явление происходит вследствие уплотнения смеси, заполнения пустот щебня (гравия) песком и цементным тестом. Отношение объема готового и уложенного (уплотненного) бетона к сумме объемов сухих его компонентов называется коэффициентом выхода бетона.

В среднем этот коэффициент составляет 0,65—0,7, что следует учитывать при расчете часовой или сменной производительности бетоносмесительного узла бетонного завода.

Существует много марок бетономешалок, но принцип их один: при вращении барабана загруженной бетономешалки компоненты бетона под действием собственного веса перемешиваются. Этому способствуют специальные лопасти, приклепанные к внутренним стенкам барабана.

Отличаются бетономешалки друг от друга емкостью барабана, конструкцией электропривода, загрузочных и дозирующих устройств, а также, что весьма важно с точки зрения военных требований, ходовой частью. Некоторые из них имеют собственный ход (буксируются на прицепе), некоторые перевозятся в кузове автомашин. Военным инженерам могут встретиться самые различные конструкции бетономешалок как наших, так и зарубежных марок, нужно уметь быстро в них разобраться и эффективно использовать.

Приготовление бетонной смеси состоит из дозировки, загрузки бетономешалки, перемешивания и выгрузки готового бетона в емкости или простейшие транспортные приспособления для подачи к месту бетонирования. В настоящее время в народном хозяйстве применяются также бетономешалки непрерывного действия, однако в военно-полевом строительстве они пока распространения не получили.

Для облегчения операций с бетономешалкой ее обычно устанавливают под крутостью оврага или обрыва, с тем чтобы материалы подвозились поверху автотранспортом, а затем перемещались вниз при загрузке бетономешалки и выгрузке готовой бетонной смеси. Если использовать рельеф не представляется возможным, то бетономешалку устанавливают на эстакаду, а загрузку производят скиповым подъемником, имеющимся на ней. Иногда применяют специальные бетоносмесительные агрегаты с бункерами и дозаторами, которые загружаются с помощью крана, элеваторов или транспортеров. Из бункеров через дозаторы

составляющие поступают самотеком в бетономешалку (рис. 17).

Если нет специальных дозаторов, дозирование производится мерными ящиками, которые представляют собою ящики с ручками.

В начале работы каждый из ящиков взвешивается и насыпается материал, делается отметка, до которой следует насыпать. Такое дозирование называется объемно-весовым. С целью контроля периодически следует взвешивать материал, подаваемый в мерной таре.

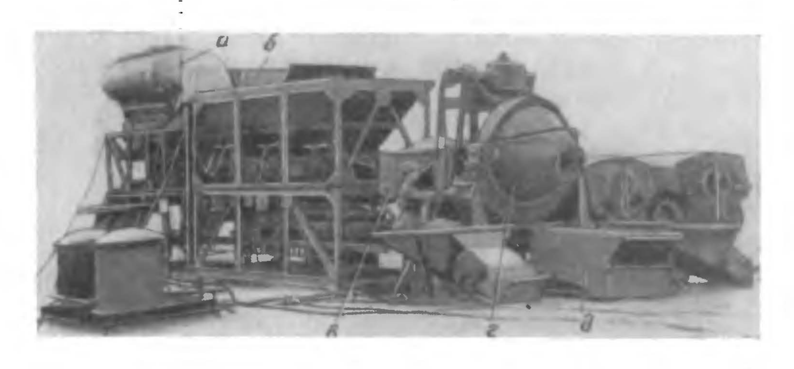


Рис. 17. Бетоносмесительный агрегат:
а — цистерна с цементом; *б* — бункера с дозаторами; *в* — скиповый подъемник; *г* — барабан бетономешалки; *д* — бадья для бетона

Дозировка воды производится специальным дозировочным бачком, имеющимся на бетономешалке. Если его нет или он испорчен, дозировка воды может производиться любым сосудом, на который наносится отметка, соответствующая необходимому весу (объему) воды.

Существует определенный порядок загрузки бетономешалки, способствующий наилучшему перемешиванию и равномерному распределению цемента. Если в качестве заполнителя используется гравийно-песчаная смесь, то с целью лучшего перемешивания цемент в загрузочный ковш загружается между двумя равными частями гравийно-песчаной смеси. При работе на щебне (гравии) после щебня загружается цемент, а затем песок.

Указанный порядок исключает прилипание цемента к лопасти бетономешалки, способствует скорейшему и равномерному перемешиванию.

Время перемешивания зависит от состава бетона. Жидкие (пластичные и литые) бетоны с большим содержанием воды ($\frac{В}{Ц}$ = 0,6—0,7) перемешиваются за 0,5 *мин*. Фортификационные бетоны, имеющие низкое $\frac{В}{Ц}$, равное примерно 0,4, нужно перемешивать 1—1,5 *мин*.

Время перемешивания увеличивается с увеличением емкости бетономешалки.

Из дозировочного бачка подается до загрузки 15% воды и при перемешивании — остальная часть.

Полный цикл приготовления бетона — загрузка бетономешалки, перемешивание и выгрузка — занимает около трех минут. При расчете производительности бетоносмесительного узла в основе, наряду с коэффициентом выхода бетона и емкостью смесительного барабана, лежит именно полный цикл.

Готовый бетон из смесительного барабана выгружается в бадью, вагонетку или другую тару, в которой транспортируется к месту формования изделий.

При комплектовании машин и механизмов для приготовления бетонной смеси необходимо учитывать непременное требование о резервной бетономешалке хотя бы меньшей производительности, чем основная. Это требование основано на том, что бетономешалка является основным механизмом, остановка которого может сорвать намеченные сроки выпуска изделий.

Изготовление арматурных каркасов

Изготовление арматурных каркасов — самый трудоемкий процесс при изготовлении железобетонных элементов для сборных сооружений. Достаточно сказать, что с применением средств механизации и приспособлений арматура на комплект убежища из элементов сводчатого очертания с большим напряжением изготавливается одним арматурным отделением за смену.

Изготовление арматурных каркасов состоит из ряда последовательных операций: правка и резка, гнутье арматурных прутков, вязка (или сварка) пространственного каркаса.

Арматура поступает на место в виде мотков (катанка диаметром 4—6 *мм*) или отдельных прутков, имеющих большие диаметры.

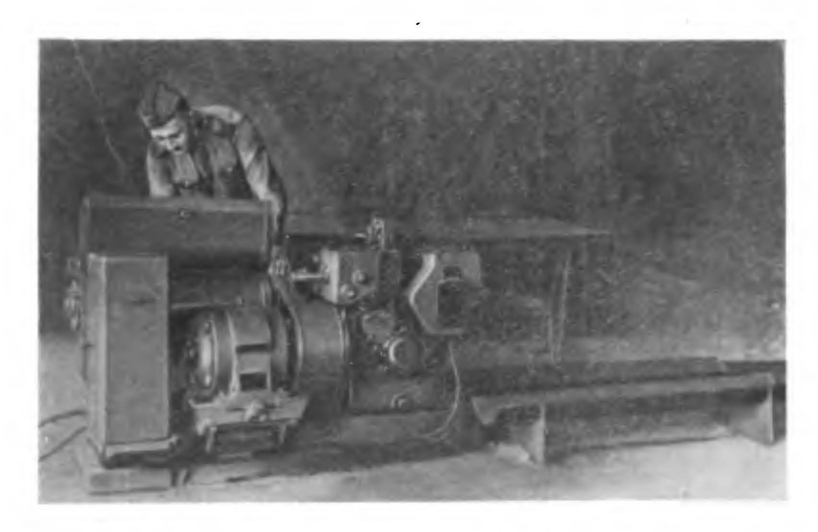


Рис. 18. Автоматический станок С-338 для правки и резки арматуры

Правка и резка арматуры могут осуществляться либо на автоматических станках С-338 (рис. 18), либо вручную.

При отсутствии автоматических станков резка арматуры производится на ручном станке С-77 (рис. 19). Вытя-



Рис. 19. Ручной станок С-77 для резки арматуры

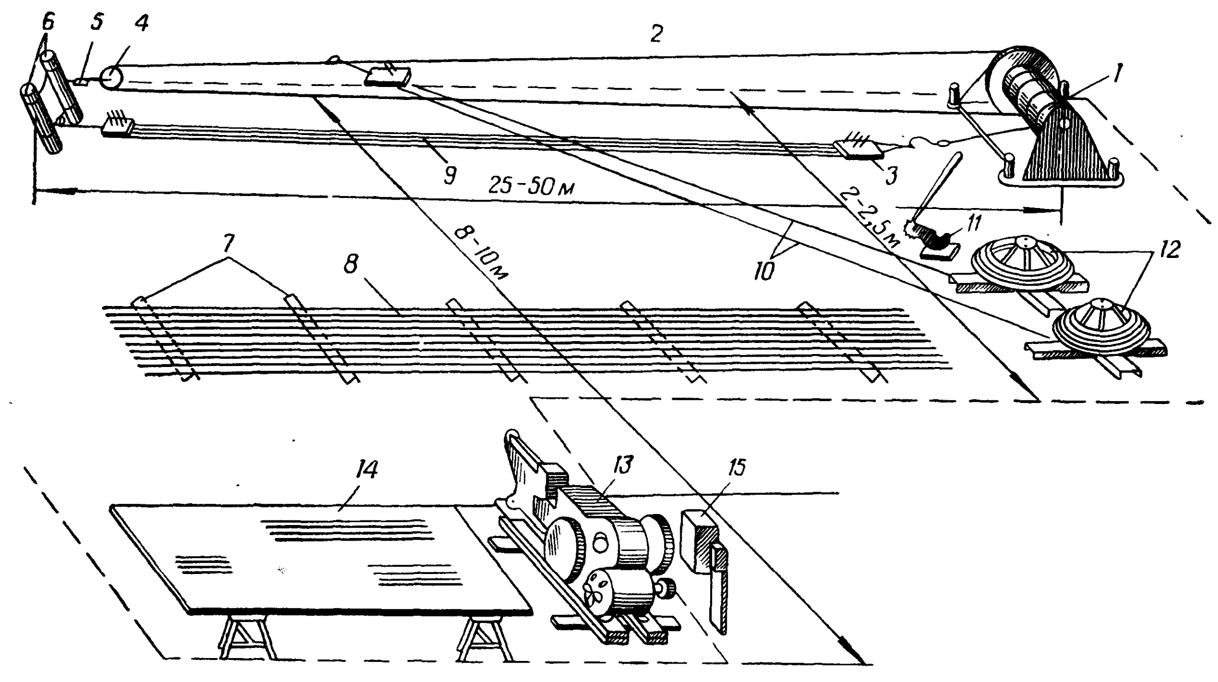


Рис. 20. Схема разматывания, правки и резки катанки:

1 — лебедка; *2* — бесконечный трос; *3* — планка; *4* — блок; *5* — оттяжка; *6* — мертвяки; *7* — козелки; *8* — выпрямленная арматура; *9* — положение арматуры при выпрямлении; *10* — положение арматуры при разматывании; *11* — ручные пресс-ножницы; *12* — вертушки; *13* — станок для резки арматуры; *14* — стол для резки; *15* — пускатель станка

гивание и правка катанки могут производиться при этом с помощью лебедки, как показано на рис. 20. Катанка с вертушки разматывается, разрезается ручными пресс-ножницами и в дальнейшем выпрямляется (вытягивается). При выпрямлении концы прутков с помощью двух плашек с отверстиями крепятся к мертвяку и тросу лебедки.

Гнутье арматуры обычно производится на ручных станках или станках с электроприводом.

Резка и гнутье стержней для каркасов производятся по чертежам, на которых дается спецификация арматуры.

Приступая к заготовке арматурных стержней, прежде всего делают выборку по спецификации, т. е. узнают, сколько арматуры каждого диаметра нужно. Затем режут арматуру. После этого производят заготовку стержней в соответствии с эскизом. Обычно эти операции выполняются последовательно, т. е. одни арматурщики заготавливают необходимое количество прутков соответствующих диаметров, а другие гнут все количество стержней по эскизу.

Сложные стержни гнутся по шаблону, который изготавливается в начале заготовки.

Когда все стержни заготовлены, производится вязка или сварка их в пространственные каркасы, помещаемые в формы при бетонировании.

За последние годы, когда стали механизироваться сложные и трудоемкие процессы изготовления каркасов, появились новые механизмы, приспособления и приемы.

Так, на рис. 21 показано специальное приспособление— станок для навивки основной (рабочей) арматуры элементов. Станок производит правку и навивку рабочей арматуры. Поперечные, по отношению к навивке, стержни привариваются электросваркой к навиваемой спирали с помощью сварочных клещей. Для навивки внутренней и наружной спиралей на станке имеется возможность установить два комплекта ограничителей, идущих по контуру внутренней и наружной рабочей арматуры.

Для электродуговой сварки на войсковых бетонных заводах применяются ручные электросварочные аппараты типа СТАН-1, а для контактной электросварки — МТМ-50 (рис. 22).

Ручные электросварочные аппараты применяются в основном для сварки каркасов из отдельных сеток, спиралей, арматурных блоков. Станки контактной электросварки используются для сварки отдельных сеток, которые в последующем идут на комплектацию каркасов.

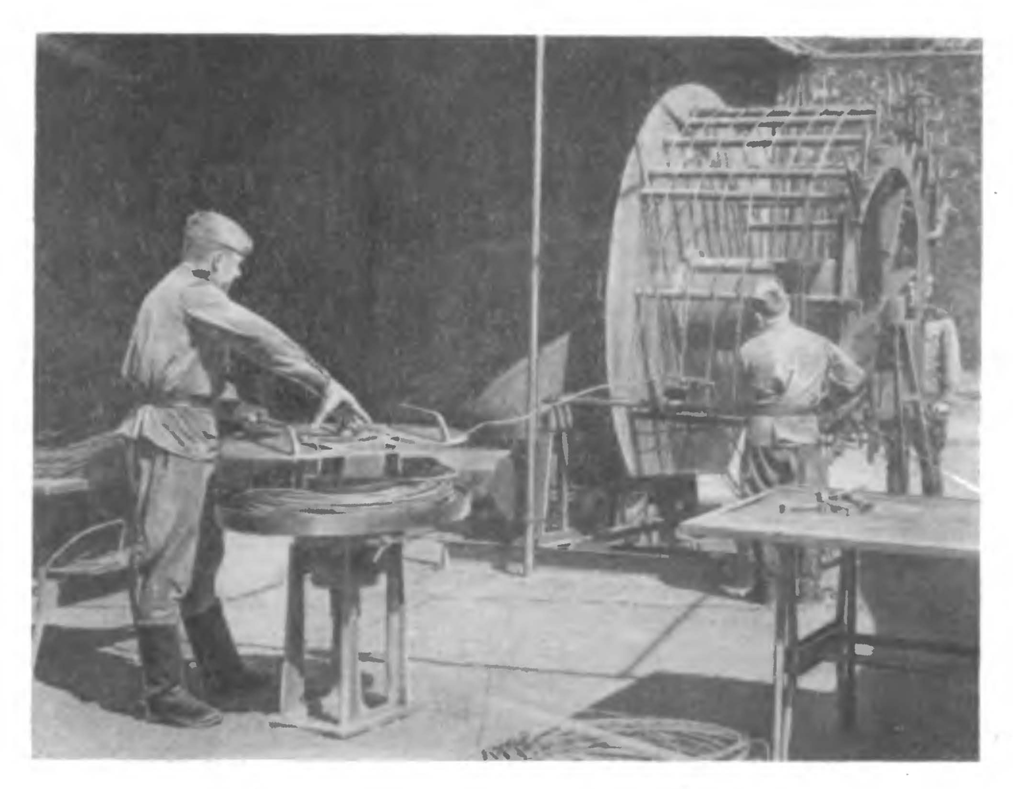


Рис. 21. Станок для навивки арматуры элемента У-1



Рис. 22. Станок МТМ-50 для контактной сварки арматуры

Наиболее технологичными с точки зрения арматурных операций являются такие конструкции, которые позволяют весь каркас сварить из отдельных сеток, из которых затем путем приварки монтажных стержней получается каркас.

В некоторых конструкциях с целью максимальной механизации прибегают к изготовлению сеток с их последующим гнутьем в пространственный каркас на шаблонах из металла или дерева. В этом случае сварка плоских сеток ведется на станке МТМ-50, имеющем высокую производительность, а приварка отдельных монтажных стержней — с помощью ручного электросварочного аппарата СТАН-1.

Поскольку станок МТМ-50 может сваривать сетки шириной до 75 *см*, широкие сетки собираются из нескольких узких. Такая разбивка делается в направлении монтажных стержней, чтобы рабочие стержни не разрезать. Часть монтажных стержней приваривается также неразрезными, для чего при сварке сеток делаются пропуски.

Чтобы упростить операции и увеличить производительность при резке вручную, при гнутье и особенно при сварке сеток и каркасов, применяются плоские и пространственные шаблоны.

При расстановке средств механизации, организации отдельных операций по изготовлению арматурных каркасов и расстановке личного состава нужно правильно расположить все оборудование, чтобы арматура, последовательно перемещаясь по площадке, подвергалась всем необходимым операциям: правке, резке, гнутью, сварке.

Бетонирование

Бетонирование является заключительной операцией по изготовлению железобетонных элементов.

Технология изготовления деталей фортификационных сооружений в полевых условиях, так же как и их конструкции, претерпела большие изменения, особенно за последние 8—10 лет. Если раньше, как правило, все элементы изготавливались в деревянной опалубке, то сейчас к такому способу прибегают в редких случаях — при изготовлении очень небольших количеств элементов.

Очень важные исследования в области технологии изготовления сборных фортификационных сооружений провел кандидат технических наук Крупенченко В. Р.

На основании подсчетов и рассмотрения опыта ряда учений он приводил в своих работах такие цифры: на изготовление одного комплекта сборного железобетонного убежища расходуется 4—4,5 *м*³ досок с учетом пятикратной оборачиваемости опалубки. Если учесть, что современные конструкции убежищ из дощатых щитов требуют 6—7 *м*³ досок, то станет ясным нелепость таких затрат на изготовление опалубки железобетонных деталей.

Несколько более прогрессивным является изготовление железобетонных элементов в металлической опалубке. Оборачиваемость ее значительно больше, чем деревянной, однако, поскольку такая опалубка является инвентарной (табельной) и выбрасывать ее каждый раз нецелесообразно, появляется новый фактор — большая потребность в транспорте. Учитывая время выстойки до распалубки изделий, нужно иметь несколько комплектов такой опалубки, обеспечивающей нужную производительность. Подсчитано, что на каждый кубометр производительности полевого бетонного завода сборных сооружений требуется более тонны металлических форм. При производительности 30 *м*³ изделий в сутки таких металлических форм потребовалось бы более 30 *т*. Такие грузы очень связали бы маневренность и заняли бы большое количество транспорта, поэтому в войсковых условиях идут по другому пути.

Современным способом формования является формование в виброформах с немедленной распалубкой.

Чтобы достигнуть этого, потребовалось разработать специальные конструкции металлических форм с закрепленными на них вибраторами. Используя в них жесткие бетонные смеси (с нулевыми осадками конуса), можно весь цикл изготовления даже крупных деталей свести к 15—20 *мин.*



Рис. 23. Виброформа для изготовления элементов У-1

Рассмотрим конструкции нескольких виброформ. На рис. 23 показана виброформа элемента У-1. Как и все виброформы, она состоит из сердечника и наружной опалубки. Внутри сердечника закреплен вибратор. Вибратор представляет собой электромотор, соединенный со специальным дебалансным устройством, создающим колебания при вращении. Эти колебания передаются сердечнику виброформы, с которым вибратор жестко соединен. Для крупных виброформ типа У-1 необходима мощность электромотора около 5 *квт.* Наружная опалубка имеет шарнир и разъем, которые обеспечивают снятие ее с готового изделия. Внизу по периметру сердечника и наружной опалубки, там, где они примыкают к поддону, делается резиновая прокладка. Это приспособление удерживает цемент-

ное молоко и не позволяет ему вытекать. По такому же принципу устроена виброформа для элемента У-2 (рис. 24).

Последовательность операций на виброформах следующая: очищается и устанавливается поддон, на него устанавливается сердечник и наружная опалубка, смазанные отработанным автолом, в виброформу вставляются арматурный каркас и закладные части, после чего начи-



Рис. 24. Виброформа для изготовления элементов У-2

нается подача бетона и бетонирование. Бетон от бетоносмесительного узла может подаваться ковшом автопогрузчика или бадьей, которая транспортируется автопогрузчиком, автомобильным или козловым краном. Бетон подается в загрузочную воронку или на иные направляющие плоскости, имеющиеся в виброформах. Включается вибратор и по мере укладки добавляется бетон. По заполнении виброформы вибратор выключается и верхняя плоскость изделия заглаживается с помощью мастерков. На этом формование и закончено. Дальше начинается распалубливание. Сначала виброформа вместе со свежеотформованным изделием переставляется с помощью автокрана или другого грузоподъемного средства с поддона на выравненную площадку (на грунт) около поддона. Раскрываются замки, извлекается сердечник и устанавливается обратно на

поддон. Затем снимается наружная опалубка и также ставится на поддон, где цикл повторяется снова. Перемещение опалубки и изделий с формой может производиться автомобильным, козловым краном или другими средствами, от применения которых, кстати, зависит организация площадки формования. Если на формовании используется козловый кран, то от формовочного поддона изделия

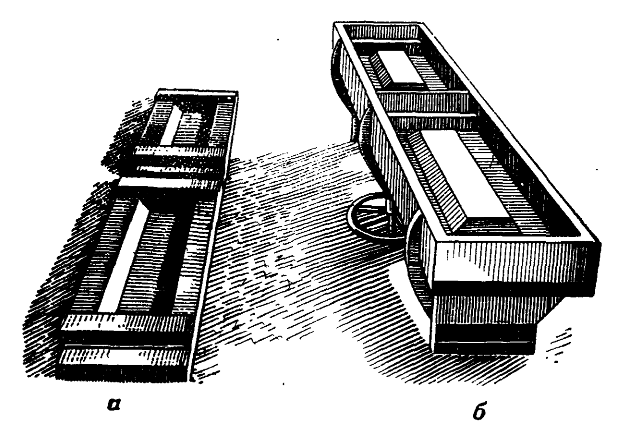


Рис. 25. Опрокидные формы для изготовления балочных элементов:

а — готовые элементы; *б* — форма

транспортируются и располагаются по одной линии, а если автокран — то готовые изделия располагаются вокруг поддона. Когда вся площадка заполнена, кран переводится на соседнюю площадку, где циклы повторяются.

Небольшие элементы типа балок можно формовать с помощью опрокидных форм (рис. 25) или опрокидных виброформ. После того как изделие отформовано, форма перекидывается и изделие выкладывается на грунт, где лежит до набора необходимой транспортной прочности. Если эти формы делаются из досок, то для более легкого распалубливания прокладывается мокрая ткань, если из металла — они смазываются. Во всех случаях, как в виброформах, так и в опрокидных формах, устраивается уширение в сторону выхода готового изделия. Так, опрокидные формы несколько уширяются кверху, а сердечники виброформ сужаются книзу (к поддону).

Из краткого описания устройства, работы виброформ

и организации последовательности операций видны те огромные преимущества, которые имеют виброформы, опрокидные формы и другие приспособления, обеспечивающие немедленную распалубку. В десятки раз сокращается количество опалубки.

При наличии таких высокопроизводительных механизмов, как виброформы, нужно очень тщательно организовывать планировку формовочных площадок и использование механизмов. Только хронометраж, борьба за секунды, за четкую организацию работы без потерь времени, без лишних операций смогут обеспечить высокую производительность при малых затратах.

Применение жестких бетонов, укладываемых с помощью виброформ, позволяет не только резко уменьшить расход леса, сократить количество инвентарной опалубки и упростить процесс формования. Поскольку жесткие бетоны содержат небольшое количество воды ($\frac{В}{Ц}$ менее 0,4), уменьшается расход цемента, а главное, значительно сокращаются сроки твердения и увеличивается скорость нарастания прочности изделий. Так, за сутки в летнее время прочность изделий достигает 25% от R_{28}, т. е. практически 70—80 *кг/см*², что в крайнем случае достаточно для транспортирования.

С целью еще большей интенсификации процесса твердения, особенно при температурах менее 15—10° С, применяют химические ускорители твердения, вводимые в бетон при его приготовлении. В качестве таких ускорителей используется хлористый кальций, соляная кислота, гипс. Соляная кислота и хлористый кальций вводятся в количестве 2—3% веса цемента, а гипс — в количестве 5%. Химические ускорители нельзя вводить в бетон на быстротвердеющем цементе, так как это будет нарушать химические процессы твердения.

Расчет химических добавок производится на 1 *м*³ бетона, а затем — на один замес, т. е. на емкость бетономешалки, умноженную на коэффициент выхода (0,65).

Раствор соляной кислоты и хлористого кальция выливается в бетономешалку после воды, а гипс засыпается при перемешивании. Вода, находящаяся в растворе химического ускорителя, должна быть учтена, и ее количество на замес необходимо соответственно уменьшить.

При использовании в качестве ускорителя соляной кислоты расчет ведется на концентрированную кислоту

или по табл. 9, в которой дается расход ее в литрах на 1 $м^3$ бетона в зависимости от расхода цемента (удельный вес кислоты 1,2).

Таблица 9

Количество кислоты, *л*	Расход цемента на 1 $м^3$ бетона, *кг*					
	375	400	425	450	475	500
При добавке 2%	16	17	18	19	20	21
При добавке 3%	24	25	27	28	30	31

Кислота и хлористый кальций разводятся предварительно в деревянной таре, из которой подаются в бетономешалку.

При наличии соответствующих средств (парообразователи, трубы или рукава, камеры для изделий или брезентовые накладки) может быть организовано пропаривание отформованных изделий.

Пропариванием изделий из пластичного бетона в течение 10—12 *ч* достигается прочность 30—40% от R_{28}, т. е. около 100 *кг/см*^{2}. Практически в полевых условиях (под брезентом) удается поддерживать температуру 50—60°, и пропаривание в течение 10—12 *ч* дает прочность 120 *кг/см*^{2}, т. е. около 40% от R_{28} для изделий из жесткого бетона, полученных немедленной распалубкой.

При наличии времени можно устраивать пропарочные камеры из деревянных щитов или котлованные (траншейные) пропарочные камеры, куда изделия подаются на тележках.

При сочетании химических ускорителей с пропариванием после 10 *ч* твердения можно получить прочность более 50% от R_{28}.

Если в полевых условиях невозможно организовать пропаривание, то нужен хотя бы просто соответствующий уход за свежеотформованными изделиями. Он заключается в защите их от солнечных лучей, в утеплении и увлажнении. Для этого изделия обкладывают опилками, песком (после схватывания) и поливают.

Контроль за качеством бетона в готовых изделиях должен вестись прежде всего с помощью контрольных кубиков, которые изготавливаются из тех же замесов, что и изделия. Такие кубики испытываются на прессах в поле-

вых лабораториях или в лабораториях ближайших населенных пунктов, строительств и т. д.

Существуют и более простые способы ориентировочного определения прочности бетона в изделии, правда, значительно менее точные, чем испытание контрольных кубиков. Для этого применяется молоток весом 250 *г* с ручкой, имеющей длину 300 *мм*. На конце металлического обушка завальцовывается шарик диаметром 15 *мм*. Чертежи такого молотка даются в инструкциях и руководствах.

Испытание изделий проводится ударом по бетону и последующим измерением диаметра лунки, в зависимости от которого по таблицам определяется прочность бетона.

Для полного представления об организации изготовления сборных железобетонных сооружений необходимо рассмотреть вопросы водоснабжения и энергоснабжения механизмов, используемых при этом, а также общую организацию, взаимное расположение подразделений и механизмов, занятых изготовлением.

Водоснабжение при изготовлении железобетонных изделий может быть организовано по различным схемам в зависимости от водоисточника и наличия материальной части.

Потребителями воды являются бетоносмесительное подразделение, а также подразделение, занятое формовкой и уходом за изделиями (поливка, пропаривание, мойка виброформ).

Подсчет расхода воды может быть произведен исходя из следующих предпосылок: расход на 1 *м*³ приготовляемого бетона составляет примерно 200 *л*, на поливку и мойку — около 15 *л* на 1 *м*³. С запасом 1,4—1,5 раза расход составит около 300 *л* на 1 *м*³. Для полевого бетонного завода производительностью 60 *м*³ в сутки расход воды составит около 18—20 *м*³. При учете мойки машин и работы гравиемойки расход воды увеличивается в 3—4 раза и составляет около 1 *м*³ на 1 *м*³ бетона. Таким образом, минимальный расход на приготовление бетона составляет 200 *л* на 1 *м*³ бетона, а при наличии хорошего водоисточника и механизированной подаче воды он может быть доведен до 1 *м*³ на 1 *м*³ бетона.

Если открытый водоисточник (озеро, река) находится недалеко, то целесообразно установить мотопомпу на берегу и подавать воду по рукавам, имеющимся в комплекте помпы, в резервуар. Иногда резервуар устанавливают на эстакаде, это дает возможность подавать воду самотеком

по шлангам или рукавам к местам потребления. Чаще воду из резервуара, располагаемого у бетономешалки, подкачивают в бачок бетономешалки ручным насосом БКФ-4. Широкое распространение получили безбашенные водокачки для полевых бетонных заводов. Иногда подвоз воды приходится организовывать на автомашинах. В этом случае у бетономешалки должен быть запас воды в резервуарах (РЕ-6000) исходя из суточной работы.

Энергоснабжение механизмов при изготовлении железобетонных деталей может осуществляться от стационарных источников электроэнергии или от передвижных электростанций.

Потребителями электроэнергии являются бетономешалка, станки резки и правки арматуры, виброформы и вибраторы, ленточные транспортеры, насосы, осветительные приборы и другие электрифицированные механизмы и инструменты.

Для ориентировки укажем, что мощности потребителей составляют примерно для бетономешалки 3—5 *квт*, станка правки и резки (С-150) — 7 *квт*, для виброформы — 3—4 *квт*, для вибратора — 0,3—1 *квт*, а напряжение — 220/380 *в*.

При определении общей потребной мощности учитывается КПД, равный примерно 0,8 для машин и механизмов и 0,6 для вибраторов и электроинструмента. Необходимо также учитывать коэффициент одновременности использования машин и механизмов, равный, по опыту ряда учений и испытаний, 0,6. Выбирая или подавая заявку на полевые электростанции, необходимо учитывать обязательное требование о наличии резервной электростанции мощностью 30—50% от основной. Эта электростанция в случае аварии основной должна обеспечить работу хотя бы основных механизмов: бетономешалки, насоса, аварийного освещения.

Для разводки электроэнергии от источников питания к потребителям используется кабельная сеть, входящая в комплект станций, или специальная сеть. Для включения машин применяются магнитные включатели, а для разветвления сети — разветвительные трехфазные коробки. Поскольку глубинные и поверхностные вибраторы требуют по условиям безопасности напряжения 36 *в*, они подключаются через трансформаторы.

Из всех средств механизации, применяемых при изготовлении железобетонных блоков, чаще всего несчастные

случаи происходят в системе электроснабжения, поэтому техника безопасности эксплуатации энергохозяйства должна быть под неослабным контролем командира и его заместителей.

В полевых условиях, когда сеть развертывается и свертывается многократно, возможны изломы жил кабеля, отсыревание и другие неполадки, ведущие к замыканиям, пожарам и человеческим жертвам. Особенно опасно плохое устройство заземления или отсутствие его.

Общепринята в таких случаях система заземления, состоящая из заземления электростанции, агрегатов, и соединение корпусов всех механизмов с корпусом электростанции.

Кроме системы электроснабжения, особого внимания с точки зрения техники безопасности требуют некоторые машины и механизмы. К этим механизмам относятся грузоподъемные средства, транспортеры, камнедробилка и бетономешалка, а также станки для резки арматуры. При работе с ними наиболее вероятны травмы и даже случаи с тяжелым исходом.

По отношению к грузоподъемным средствам нужно соблюдать два правила — не стоять под грузом и не перегружать кран свыше нормы — особенно учитывая резкое уменьшение грузоподъемности с увеличением вылета стрелы. Иногда небольшое отступление, например поправка строповки поднятого груза, направление его вручную при опускании, стоит жизни нарушителю или приводит к тяжелому увечью.

При работе с ленточными транспортерами нужно обязательно ограждать приводные ремни, шкивы и другие вращающиеся детали, так как часты случаи попадания в них рукой или одеждой.

Механики на дробильно-сортировочном агрегате и бетономешалке должны быть хорошо подготовлены и точно соблюдать последовательность операций, режим и подавать соответствующие сигналы на загрузку, выгрузку готовой смеси, на пуск агрегатов. Наиболее частые травмы при работе на бетономешалке — попадание руки в шестерни, обрыв троса скипового подъемника или внезапное опускание его на стоящего человека.

В работе камнедробилки, кроме приводных и вращающихся частей, опасность представляют камни, иногда вылетающие из нее во время работы. Обычно ограничивают до-

ступ к дробильно-сортировочному агрегату тем, кто непосредственно на нем не работает.

Общая планировка площадки и взаимное расположение механизмов при изготовлении железобетонных изделий имеют большое значение и существенно влияют на производительность.

Необходимо добиваться такого положения, чтобы внутри площадки не было лишних транспортировок. Инертные заполнители, цемент и запас воды обычно располагают у бетономешалки. Арматурная площадка или навес примыкает к месту формования изделий.

На рис. 26 показана схема полевого бетонного завода, который развертывался на одном из учений.

Изготовление элементов и развертывание всех механизмов проводились в непосредственной близости от карьера *1* гравийно-песчаной смеси, откуда она ленточным транспортером *2* подавалась на просеивание. После этого гравий промывался в гравиемойке *3*. Поскольку процент содержания гравия был низким, в бетономешалку наряду с песком и гравием подавался щебень, подвозимый из каменного карьера. Камень дробился и из дробильно-сортировочного агрегата *4* подавался к бетономешалке *5*. Цементный склад *6* располагался в непосредственной близости от бетономешалки.

Здесь же находилась подвижная электростанция *7*. На арматурной площадке складывалась арматура *8*, здесь же производилось ее вытягивание *9* и резка *10* с помощью ручного станка по шаблонам. Для гнутья использовался ручной станок *11* и механический *12*. После вязки *13* на шаблонах и козлах арматурные каркасы подавались к месту формования и там складировались. Мелкие элементы бетонировались на площадке *14* и подавались на пропаривание в пропарочные камеры *15* траншейного типа и в камеру *16* из сборных щитов. Пропаривание крупных элементов велось непосредственно на формовочной площадке *17* под брезентовыми чехлами или щитами.

В качестве источников пара использовались локомобиль П-75 и паровой агрегат машины АДП. Готовые элементы складировались на площадке готовых изделий. Вода подавалась в два резервуара, находящиеся у основных потребителей, откуда поступала самотеком. Общая площадь, занятая подразделением, производившим изготовление железобетонных изделий, была около 0,5 *га*. Произво-

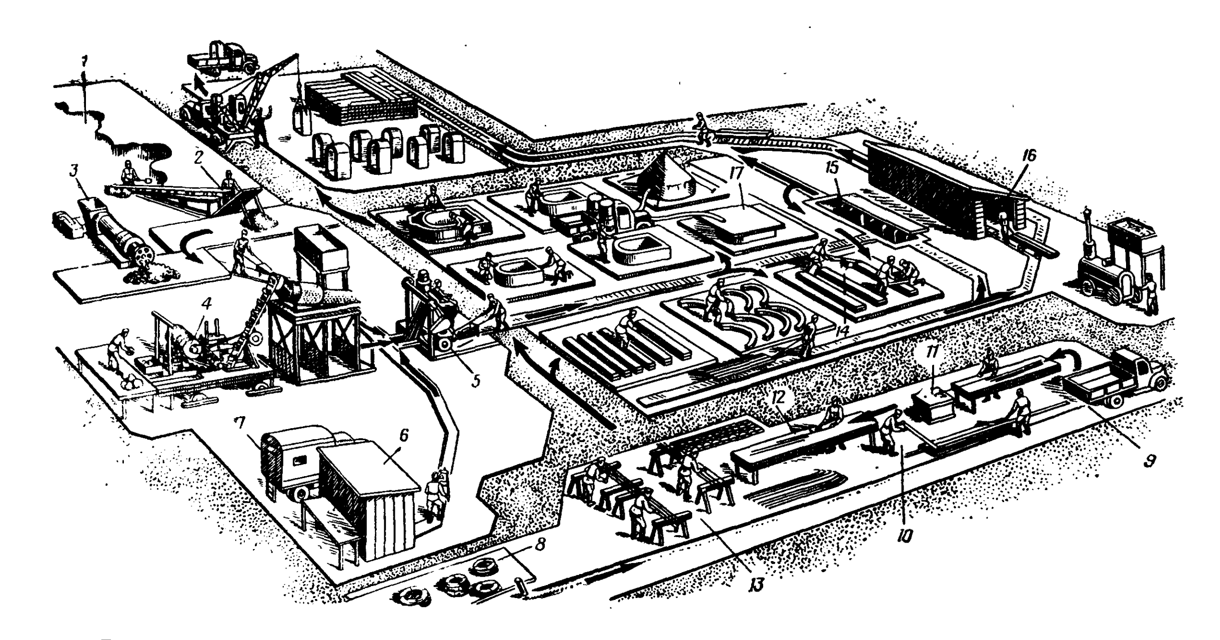


Рис. 26. Схема организации изготовления железобетонных элементов в полевых условиях:

1 — карьер; *2* — ленточный транспортер; *3* — гравиемойка; *4* — дробильно-сортировочный агрегат; *5* — бетономешалка; *6* — склад цемента; *7* — электростанция; *8* — арматура; *9* — вытягивание арматуры; *10* — резка арматуры; *11* — гнутье арматуры на ручном станке; *12* — гнутье арматуры на механическом станке; *13* — вязка арматурных каркасов; *14* — бетоиированиие мелких элементов; *15* — пропарочные камеры траншейного типа; *16* — пропарочные камеры из сборных щитов; *17* — пропарка крупных элементов на месте формования

дительность при указанных механизмах и организации составляла 50—60 $м^3$ в сутки при двухсменной работе.

Поскольку большая часть операций при изготовлении железобетонных элементов требует защиты от непогоды, целесообразны специальные сборно-разборные помещения, состоящие из легкого металлического каркаса и брезентового покрытия. Специализированные подразделения обычно изготавливают и возят с собой такие конструкции.

На развертывание и свертывание материальной части, если все механизмы приспособлены для этого, а расчеты натренированы, требуется по 4—5 *ч*.

Готовую продукцию можно получать примерно через сутки при формовании с немедленной распалубкой и химическими ускорителями или пропариванием.

Для ускорения свертывания и развертывания машин и механизмов целесообразно изготовить и постоянно иметь строповочные приспособления — тросы, крюки, захваты, подкладки.

Машины и механизмы транспортируются в кузове автомашин, на прицепе, самоходом и на трайлерах в зависимости от их ходовых частей и скорости.

Всякую инженерную подготовку, в том числе и изготовление фортификационных сооружений, необходимо производить скрытно.

Маскировка полевого бетонного завода должна осуществляться непрерывно — при развертывании и во время работы. На всех этих этапах личный состав подразделений использует табельные маски и маскирующие свойства местности.

Необходимо также тщательно маскировать вывоз готовых изделий, для чего маскируются подъезды путем совмещения их с существующими дорогами, применения горизонтальных и вертикальных масок.

Глава III

ВОЗВЕДЕНИЕ СООРУЖЕНИЙ

Тип сооружения и приемы возведения зависят от его места в системе обороны или в исходном районе, от характера местности, тактической обстановки и других конкретных факторов. Гористый рельеф, отсутствие подъездов, а также воздействие противника, воспрещающее использование механизмов, заставляют прибегать к конструкциям из мелких блоков. Если можно использовать машины и механизмы, то всегда целесообразнее применять крупноблочные сооружения, которые прочнее, а сборка их требует меньше личного состава.

Обычно к сооружениям из мелких блоков прибегают в гористой местности, в местах с резко пересеченным рельефом или на переднем крае, в местах, просматриваемых и простреливаемых противником.

Посадка сооружений

Посадка сооружений, т. е. расположение их на местности, производится в зависимости от обстановки в ходе боевых действий или заблаговременно.

В ходе боевых действий места сооружений определяются после рекогносцировки командиром части или подразделения, в районе обороны которого намечено возведение.

При заблаговременном оборудовании позиций или пунктов управления посадка сооружений производится рекогносцировочными партиями, которые, приняв предварительное решение на карте, уточняют его на местности, составляют соответствующую техническую документацию — схему района обороны или пункта управления и ведомость формуляров.

В формулярах указывается номер сооружения, тип его

(огневое, наблюдательное, убежище со ссылкой на номер типового чертежа), отметка нулевой линии (для огневых и наблюдательных сооружений), привязка к ориентирам (по азимуту), рекомендуемый способ маскировки и другие характеристики. На месте возведения ставится кол с номером, соответствующим номеру сооружения в формуляре. Особенно ответственным моментом является посадка наблюдательных сооружений, поскольку закрытые огневые сооружения довольно редки. Для определения нулевой линии, т. е. линии стрельбы или наблюдения, рекогносцировщик должен тщательно проверить видимость и забивкой кола зафиксировать точку центра вращения оружия или наблюдательного прибора, а также высоту нулевой линии над местностью в данной точке. Для наблюдательных сооружений с визуальным наблюдением высота нулевой линии составляет обычно 20—50 *см*, а для наблюдения через перископ — около 1 *м*.

Командир подразделения, когда уже намечено место для сооружения, должен последовательно организовать и провести разбивку котлована и площадок для его возведения, подвоз блоков и деталей, отрывку котлована, сборку сооружений и внутреннего оборудования, гидроизоляцию, обсыпку и маскировку. Рассмотрим основные приемы и рекомендации по проведению перечисленных операций.

Разбивка (трассировка) котлована

Разбивка (трассировка) котлована производится рулеткой или мерной рейкой. Сначала канавками или колышками размечается контур сооружения и дно котлована, а затем с учетом заложения откосов — контур котлована поверху. Поскольку котлован чаще всего отрывается с помощью бульдозера или навесного бульдозерного оборудования, продольный профиль котлована состоит из горизонтального участка и аппарелей. На участке котлована с горизонтальным дном располагается основная часть сооружения, а на аппарели после доотрывки вручную — вход.

Обычной ошибкой при разбивке является желание уменьшить объем земляных работ за счет уменьшения заложения откосов. Это приводит к обрушениям крутостей, опасным для жизни людей и требующим большого объема работ по расчистке вручную в процессе сборки сооружения, когда применить бульдозер для расчистки котлована уже нет возможности.

Разбивка котлована полностью зависит от способа отрывки. Если котлован будет отрываться вручную, то трассировка ведется по контуру сооружения. Если предполагается отрывка бульдозером, то нужно сбоку на расстоянии 50—70 *см* от контура котлована поверху поставить две вехи, отмечающие начало и конец горизонтального участка дна котлована (начало аппарелей). Форма котлована при этом прямоугольная, по ширине ножа бульдозера или больше, если это требуется. Одновременно с трассировкой котлована размечается и обозначается колышками ход сообщения, примыкающий к сооружению.

Следует отметить, что в результате отрывки котлована бульдозером грунт в месте входа и подхода к сооружению обычно бывает сильно нарушен; это требует в последующем крепления крутостей и затрат большого количества крепежного материала. По этим соображениям, если хотят сэкономить материал, отрывку котлована бульдозером ведут в направлении, перпендикулярном его оси. В этом случае котлован под вход и подводящий ход сообщения отрывается вручную в нетронутом грунте без последующего крепления. При такой организации отрывки трассировка заключается в обозначении вехами начала и конца котлована и в трассировке входа. Часто прибегают к комбинированной отрывке, сначала в поперечном, а затем в продольном направлении.

Таким образом, разбивка сооружения полностью зависит от намечаемого способа отрывки и имеющихся механизмов.

Кроме разметки котлована, в процессе трассировки необходимо наметить места стоянки автокрана, складирования деталей сооружения и отвала грунта. Опыт показывает, что пренебрежение этими рекомендациями приводит к значительному перерасходу сил и средств, поскольку приходится несколько раз перемещать детали, грунтовые отвалы, освобождая позиции для крана, и производить ряд других работ.

Для иллюстрации на рис. 27 приводится схема котлована, расположения элементов сооружения и отвалов грунта. На ней, кроме того, обозначены стоянки автокрана (I и II). Чтобы показать методы и приемы в возведении сооружений, описание отдельных операций будем в дальнейшем вести применительно к трем типам сооружений: сооружение для наблюдения (отрывка и сборка вручную), сооружения СБК и УСБ (отрывка и сборка с помощью меха-

низмов). Все остальные типы сооружений возводятся аналогично указанным и отличаются лишь размерами и конфигурацией блоков.

Отрывка котлована

Отрывка котлована производится вручную, если этого требует обстановка, или чаще с помощью средств механизации — экскаватора, бульдозера, бульдозерного оборудования на тягачи и специальных котлованных машин. Наиболее распространенным средством является бульдозер, поэтому рассмотрим последовательность отрывки котлована с его помощью.

После трассировки, установки кольев и вех бульдозерист начинает отрывку в направлении, перпендикулярном продольной оси сооружения. Отвал грунта при этом производится со стороны, противоположной намеченным стоянкам крана (см. рис. 27).

После отрывки примерно половины глубины котлована начинается отрывка в продольном направлении с захватом бульдозером слоя 5—15 *см* в зависимости от вида грунта. Отвал при этом производится на обе стороны за аппарели или на одну сторону, в зависимости от длины котлована, входа, подъездов и т. д. При длинных котлованах рекомендуется с одной половины котлована грунт отваливать за одну аппарель, а с другой — за другую (ближнюю к каждой аппарели). После отрывки бульдозером производится зачистка вручную, доотрывка отдельных участков котлована и подравнивание. Подравнивают и придают откосам нужный уклон обычно лопатами, при этом грунт обрушают сверху на дно котлована при работающем бульдозере.

При отрывке котлована вручную заложение откосов нужно давать с начала отрывки, т. е. послойно уменьшать ширину котлована. Иногда этого не делают, отрывают котлован с вертикальными стенками, а затем их подчищают, обрушая грунт на дно котлована. Такой прием хорош, когда работает бульдозер, и негоден для ручной отрывки, так как грунт с уширений падает на дно, откуда его труднее выбрасывать.

Перевозка элементов

Перевозка элементов и деталей к месту возведения начинается тогда, когда будут обозначены места для складирования. Необходимо избегать складирования деталей в случайных местах с последующими их перемещениями.

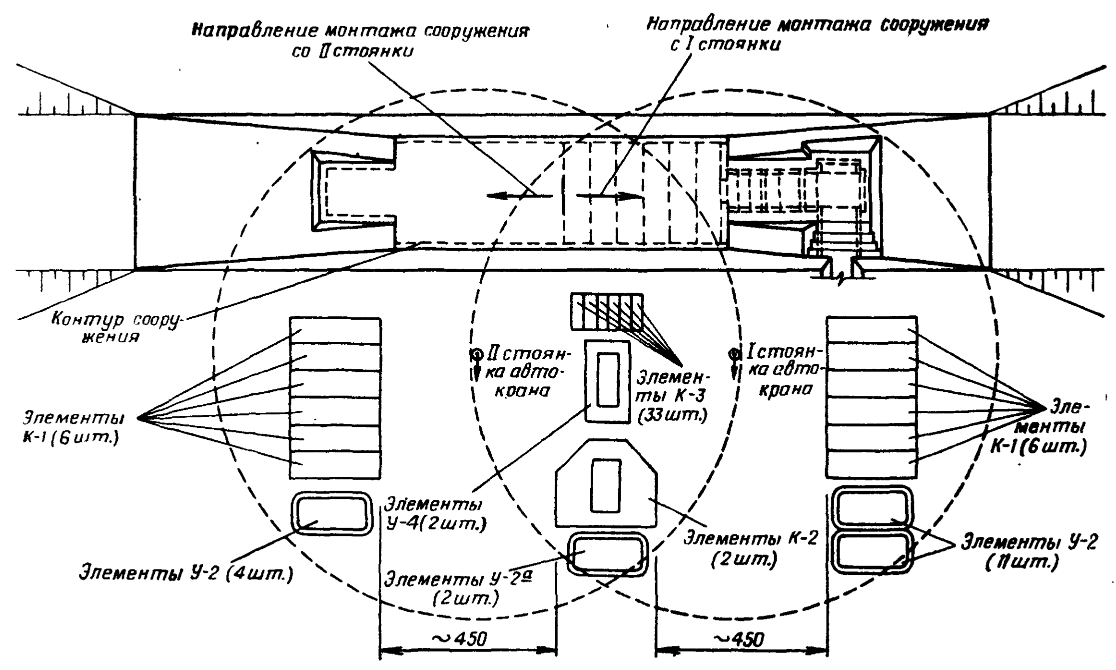


Рис. 27. Схема организации возведения сооружения СБК

Места складирования деталей должны быть увязаны с местами стоянок крана и отвалами грунта.

Погрузка и разгрузка производятся обычно автокранами. При погрузке необходимо так распределять детали



а



б

Рис. 28. Перевозка железобетонных элементов:
а — четыре элемента АБ-1 на машине МАЗ-200; *б* — шесть элементов К-1 на машине ЯАЗ-210

на машины, чтобы полностью использовать их грузоподъемность. Наиболее трудны в транспортировке элементы К-1 из комплекта УСБ и элементы У-1. Эти элементы наиболее громоздки, а при езде по сильнопересеченной местности требуют крепления. На рис. 28 показана перевозка

четырех элементов АБ-1 автомашиной МАЗ-200 и шести элементов К-1 автомашиной ЯАЗ-210. При хорошей организации возведения и отсутствии помех со стороны противника можно подвозить элементы с таким расчетом, чтобы они прямо с машин устанавливались в котлован. Это требует согласованных действий по отгрузке и сборке, так как машины с элементами должны подходить в том порядке, как это требуется для сборки.

При перевозке железобетонных элементов железнодорожным транспортом обязательным требованием является комплектность погрузки на отдельные платформы и вагоны. Если грузоподъемность подвижного состава не позволяет этого (например, комплект сооружения УСБ весит 32 *т*, а имеются двухосные платформы грузоподъемностью 16 *т*), нужно грузить на смежные платформы. Обычно удается так располагать элементы на платформах, чтобы не приходилось прибегать к креплению. Изделия укладываются плотно, чтобы они не перемещались при маневрировании подвижного состава.

Некоторую сложность представляет собою подвоз деталей для сооружений ручной сборки, когда по условиям местности или по тактической обстановке нельзя использовать автомашины до места возведения. В этом случае разгрузка производится в месте, по возможности ближайшем к месту возведения. Отсюда подноска производится по траншеям, за естественными или искусственными масками. В горах иногда применяют вьюки или вертикальный транспорт с использованием канатных дорог, лебедок и других механизмов. Если противник оказывает постоянное воздействие, то подносимые изделия складываются в котловане и сразу идут в сборку.

При ручной подноске широко используют простейшие приспособления: лямки, шесты, носимые на плечах, салазки и многие другие.

Сборка сооружений

Сборка сооружений состоит из сборки железобетонных конструкций, монтажа внутреннего оборудования, гидроизоляции, засыпки и маскировки. Рассмотрим эти операции.

Сборка железобетонных сооружений (основного помещения, тамбуров, входов) крупноблочных сооружений производится с помощью автокранов. Сооружение СБК соби-

рается краном с двух позиций (рис. 27). С первой позиции собираются вход, тамбуры и часть основного помещения, со второй — вторая половина сооружения и пристройка для фильтровентиляционного оборудования.

Элементы К-1, У-2, К-2 и У-4 захватываются при монтаже тросом непосредственно за верхнюю часть. Мелкие элементы К-3 монтируются обычно вручную. Иногда с целью ускорения монтажа блоки К-3 подаются краном в котлован, для чего они захватываются тросом «пакетами» по 5—10 шт.

На первой позиции крана сборку сооружения СБК ведут от середины ко входу, т. е. сначала устанавливают шесть блоков К-1, затем элемент К-2 (перегородка), три элемента У-2, элемент У-4 и т. д. На второй позиции сборка также ведется от середины ко второму торцу сооружения. В последнюю очередь собирается пристройка для фильтровентиляционной установки.

С целью фиксации при обсыпке элементы К-3 привязываются проволокой или распираются.

Сооружение из элементов сводчатого очертания собирается так же, как СБК, поскольку по планировке и типу блоков они очень сходны и отличаются в основном конструкцией блоков У-1 и К-1.

Сооружение УСБ собирать несколько сложнее, чем СБК, так как основное помещение состоит из полуарок. Общий порядок сборки такой же: от середины ко входу. С первой позиции крана собираются четыре арки и вход, со второй — оставшаяся часть сооружения. Последовательность сборки следующая: сначала на каждой позиции укладываются фундаментные элементы ФП-2, затем ФП-1. При укладке фундамента должно точно выдерживаться направление — по оси сооружения, так как от этого зависит в последующем правильность сборки всего сооружения. Блоки ФП-1 и ФП-2 должны плотно примыкать друг к другу, без зазоров, так как иначе будет нарушено опирание полуарок в пятах и в замке. Перед установкой в котлован полуарки АБ-1 укладываются с помощью крана на подкладки и соединяются в замке двумя болтами (рис. 29).

Перед подъемом арок и монтажом их в котлован устанавливается специальная вспомогательная металлическая распорка, обеспечивающая неизменяемость конструкции до ее установки на фундаментные элементы. Чтобы процесс монтажа шел непрерывно, нужно иметь две мон-

тажные распорки: пока одну устанавливают, вторую высвобождают из смонтированных арок.

После установки каждой арки болты в замке можно вынуть и заменить скрутками из 6-*мм* арматурной проволоки.

Существует и другой прием сборки остова сооружения УСБ. Его применяют особенно в тех случаях, когда приходится работать с трехтонным краном. Перед сборкой в котловане устанавливают козлы из металла или дерева, на

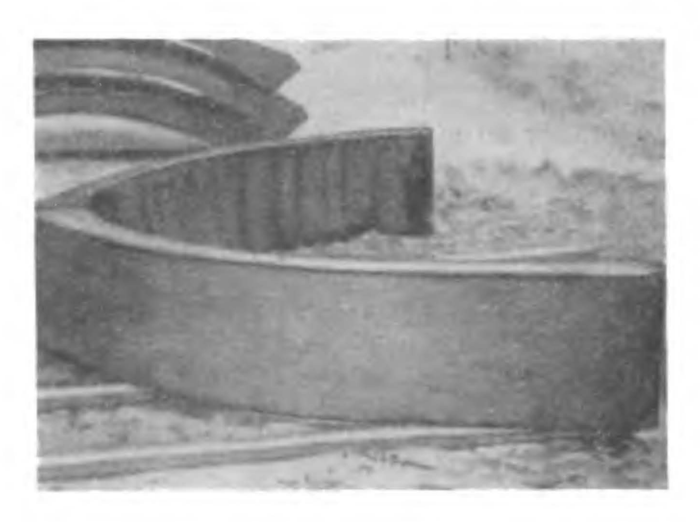


Рис. 29. Соединение элементов АБ-1 на земле

которых и производится сборка полуарок остова, как это показано на рис. 30. После окончания сборки на всю длину козел они разбираются и передвигаются дальше. К способу сборки сооружения арками или полуарками следует прибегать в зависимости от грузоподъемности имеющегося крана, от наличия личного состава для предварительного стыкования полуарок, от времени, отводимого на работу крана: при сборке предварительно стыкованными полуарками кран занят меньше времени, т. е. скорее может быть освобожден для работы на следующем сооружении.

На рис. 31 показано сооружение УСБ, собранное в котловане и подготовленное к обсыпке.

В процессе сборки крупноблочных сооружений первостепенное значение имеет слаженность расчета, особенно



Рис. 30. Сборка сооружения УСБ с помощью козел

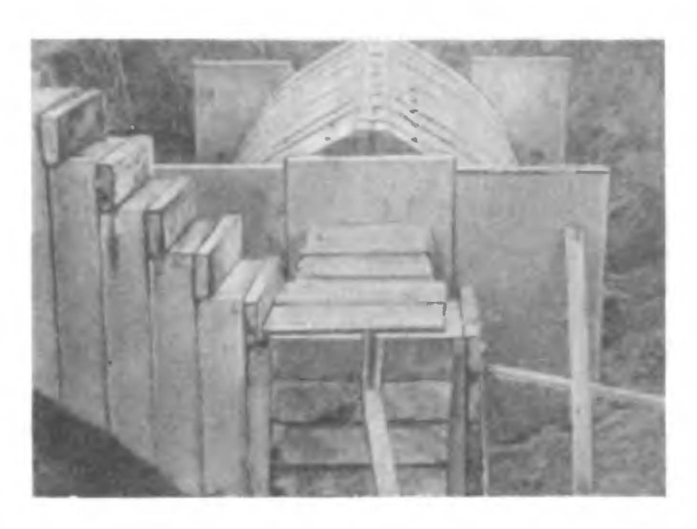


Рис. 31. Сооружение УСБ перед обсыпкой

натренированность крановщика. При хорошей слаженности кран не простаивает ни одной минуты. Захватив очередной элемент, крановщик сразу ставит его на место и, освободив трос, возвращает стрелу за следующим элементом. Остальной состав команды в это время запасовывает трос или приспособление для захвата за следующий элемент. Заранее должны быть приготовлены тросы соответствующей длины, приспособления, крюки и другое такелажное имущество, которое облегчает сборку и сокращает ее сроки. Установка элементов на место, в котловане, требует большого навыка. Только опытному крановщику удается поставить элемент сразу точно на место. Обычно после первой установки следует подвижка, при этом крановщик слегка приподымает элемент, а один — два сапера двигают его на место с помощью ломиков. Устанавливаться элементы должны плотно, без зазоров, ибо только при этом условии можно добиться качественной сборки, последующей гидроизоляции и герметизации.

Иногда из-за отсутствия пятитонного крана приходится использовать трехтонный кран для сборки остова крупноблочных сооружений. В ходе боевых действий такие случаи могут быть частыми.

Использование трехтонного крана требует осторожности со стороны руководящего сборкой и большого умения со стороны крановщика. Требуется также ряд специальных мероприятий, обеспечивающих работу крана, иначе он может опрокинуться.

Кроме того, если близко располагать кран к краю котлована, возможны случаи обрушения откосов с травмами личного состава. Чтобы исключить подобные явления, устраивают временную подпорную стенку из щитов против места стоянки крана и переносят ее вместе с перемещением крана на новую позицию.

При сборке спаренных сооружений приходится увеличивать количество стоянок крана и протяженность площадки возведения в целом. По возможности следует использовать на сборке спаренных сооружений два крана, так как фронт сборки этому благоприятствует.

Сооружения ручной сборки из отдельных балок собираются в котловане в такой последовательности: укладываются лежни основного помещения (для перископа), затем порамно остов основного помещения от торца ко входу, затем входные рамы, ступени и участок входа. Каждая рама собирается так: на уложенный лежень ставятся и

придерживаются стойки, затем лежень. Элементы в каждой раме скрепляются друг с другом скрутками. Рамы между собою также крепятся скрутками. Если на сборке наблюдательного сооружения обычно занято 8—10 человек, то сборка может вестись двумя командами по 3—5 человек. В этом случае ее ведут в двух направлениях от входных рам — в сторону хода сообщения и в сторону торца сооружения.

Гидроизоляция и защита от поверхностных вод является обязательным мероприятием при сборке каждого железобетонного сооружения. Гидроизоляцию от грунтовых вод в полевых условиях осуществить трудно. Такие мероприятия могут проводиться только при заблаговременном строительстве, так как они требуют большого расхода сил и изоляционных материалов.

Полевые фортификационные сооружения располагаются обязательно выше уровня грунтовых вод, и защита заключается в недопущении попадания поверхностных вод в сооружение через щели между блоками, через входы и другие отверстия. С этой целью после сборки остова обязательной операцией является гидроизоляция швов и конопатка щелей во входных блоках, на стыке перегородок и в других местах. Конопатке ветошью, паклей, мхом подлежат щели между перегородками и входными элементами У-2, а также все щели и неплотности во входе и тамбурах, так как в этих местах обсыпка тоньше, чем над основным сооружением, и трудно обеспечить герметичность. После конопатки указанных мест производится гидроизоляция всех стыков от проникания поверхностных вод в сооружение.

Для этого стыки промазываются битумом, обклеиваются рулонным материалом или в крайнем случае специальной бумагой из фильтровентиляционного комплекта. В ряде мест необходимо устраивать «замок» из глины. Такими местами являются верхняя часть стыка перегородок с элементами У-2, К-1 и АБ-1, выходы коробов и другие стыки на покрытии. Общий вид сооружения СБК (спаренный вариант из двух комплектов) после сборки и гидроизоляции показан на рис. 32.

Кроме гидроизоляции стыков, защита сооружений от поверхностных вод заключается в устройстве водосборных колодцев и нагорных водоотводных канавок (после обсыпки сооружения). Водосборные колодцы устраиваются во входных частях сооружений в тех местах, где к ним есть



Рис. 32. Сооружение из двух комплектов СБК после сборки и гидроизоляции

доступ для отбора воды в период эксплуатации. Такими местами в сооружениях СБУ, СБК и УСБ являются площадки перед входной дверью. Колодцы отрываются на глубину 50—80 *см* и накрываются металлической решеткой или решеткой из жердей.

К вопросу гидроизоляции и защиты от грунтовых вод нужно относиться так же внимательно, как и к сборке несущих конструкций. Проникание поверхностных вод в виде капели с покрытия, луж на полу, течей со стен крайне ухудшает эксплуатацию, особенно если в сооружении устанавливаются аппаратура связи, приборы, планшеты и т. д.

Монтаж внутреннего оборудования

Монтаж внутреннего оборудования сооружения состоит из монтажа оборудования связи, электроосвещения, фильтровентиляции, отопления, а также защитных и герметических дверей. О внутреннем оборудовании упоминалось выше, поэтому при описании монтажа ограничимся изложением последовательности операций сборки и основных рекомендаций.

Аппаратура связи является табельной и устанавливается в сооружениях в соответствии с действующими ин-

струкциями. При возведении сооружений приходится учитывать только требования подводки и ввода кабелей.

Подводка может осуществляться воздушной линией, по поверхности земли, по траншее или канавке. Если кабель ведется по траншее, то он должен крепиться на колышках с зарубками, как показано на рис. 33. Это сохраняет кабель и удобно для его осмотра и ремонта.

Ввод кабеля в сооружение может осуществляться различными способами. Если возводимое сооружение обычное, в нем устанавливается один телефон или небольшое количество аппаратуры, подводится один — два кабеля. В этом случае в сооружении ввод осуществляется через вход и деревянную защитную дверь ДБ-60, как это показано на рис. 34. В коробке делается канавка, а в планке полотна — вырез. После монтажа кабеля канавка в коробке конопатится, а при возможности заливается битумом.

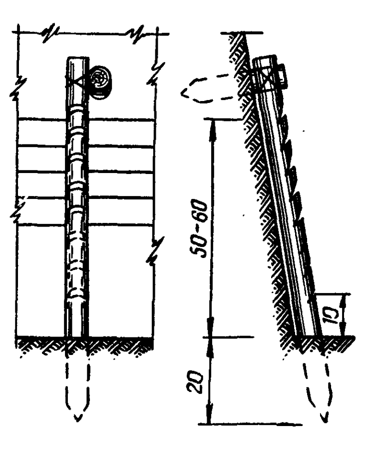


Рис. 33. Крепление кабеля при прокладке его в траншее

Если в сооружении монтируется металлическая дверь или предполагается большое количество средств связи (например, на узле связи) и соответственно много кабелей, то вводы осуществляют через специальные короба, устанавливаемые для этого перед засыпкой у отверстий, имеющихся в торцовых элементах У-3, БП-1 и К-2.

Чтобы короб при засыпке не сдвинулся и не осел, его устанавливают на кол и крепят к выпускам арматуры или пробкам, имеющимся в бетоне.

Если кабели вводятся не сразу при возведении сооружения, то короб сверху прикрывается, присыпается землей и над ним ставится кол с обозначением «Ввод кабеля».

Кабели для питания электроэнергией осветительной арматуры и приводных моторов вводятся также через короба, аналогичные коробам вводов связи. Поскольку ввод кабелей связи не рекомендуется проводить в одних коробах с электрическими кабелями, в торцовых элементах преду-

смотрено несколько отверстий, которыми и следует пользоваться для этого.

Внутри сооружения электрокабели и осветительная арматура крепятся к деревянным планкам на потолке. Планки в свою очередь прикрепляются к выпускам арматуры или подвешиваются на проволоке, которая пропускается в стык между элементами и (до обсыпки сооружения) закрепляется на покрытии за коротыши или за тело элементов.

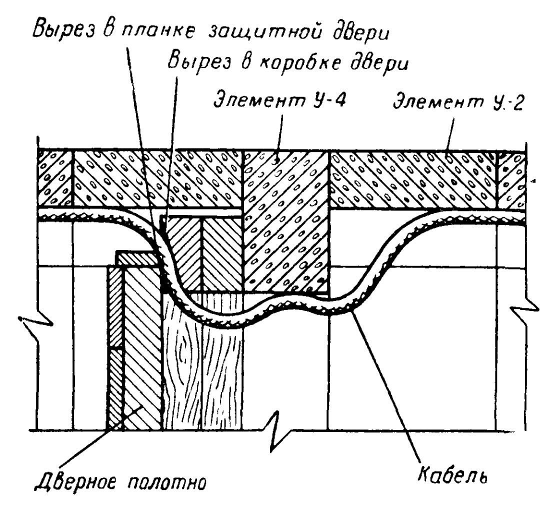


Рис. 34. Ввод кабеля через деревянную защитную дверь

Монтаж фильтровентиляционного оборудования заключается в установке наружных воздуховодов на воздухозаборном отверстии и на перетекании воздуха из тамбура. Эти воздуховоды устанавливаются до засыпки сооружения. При отсутствии наружных воздуховодов они заменяются деревянными коробами из досок. На воздуховоды или короба устанавливаются защитные устройства ВЗУ-100, входящие в комплект ФВКПМ-1 или ФВКПМ-2.

После установки наружные дымоходы и короба крепятся, и может начинаться обсыпка сооружения. Дальнейший монтаж внутреннего оборудования проводится уже внутри сооружения.

Сами комплекты в пристройке могут устанавливаться вдоль ее оси или поперек. Если предполагается работа

в основном на ручном приводе, то фильтровентиляционная установка монтируется вдоль, если предполагается работа на электроприводе — поперек пристройки. В последнем случае получается более компактный монтаж, но ручка слишком близко расположена от стенки, что может привести к травме при ее вращении.

В зимнее время для подогрева воздуха, подаваемого в помещение, на приточном воздуховоде устанавливается электрокалорифер КФЭ-1-250.

Печь комплекта ОКП устанавливается у входа, подсоединяется к дымоходу, а ее кожух заполняется грунтом. Если сооружения возводятся заблаговременно, то целесообразно устраивать централизованное водяное отопление на 4—5 сооружений. Для этой цели возводится котельная (из элементов К-1 или У-2), в которой устанавливается водогрейный котел.

Внутреннее оборудование спаренных сооружений принципиальных отличий не имеет. В каждой из пристроек монтируется фильтровентиляционный комплект, а отопительные комплекты устанавливаются в основных помещениях при входе.

Защитно-герметические двери могут монтироваться после сборки остова, но более удобно накреплять их на перегородки в горизонтальном положении до монтажа последних. Металлические двери крепятся болтами к железобетонным перегородкам, между рамой и перегородкой для герметичности прокладывается пакля или ветошь, промазанная солидолом или другой смазкой. Такую же прокладку устраивают и при монтаже деревянной двери — между дверной рамой и железобетонной перегородкой. После навешивания и установки защитная дверь проверяется, регулируются задрайки, смазываются петли, проверяется герметизирующий валик по периметру полотна.

Наиболее тщательно надо герметизировать узлы защитно-герметической двери и перегородки, так как именно здесь должна быть создана надежная преграда ударной волне. Все щели должны быть проконопачены, а грунт у стен в этих местах необходимо трамбовать, при необходимости — с поливкой. Двери крепятся к элементам У-4 с помощью дощатой рамы и болтов. Между дощатой рамой и бетоном делается прокладка из промасленного материала. Планки и сегментные доски герметической двери крепятся к раме гвоздями.

Чтобы определить качество сборки сооружения и монтажа внутреннего оборудования, обычно устраивают про-

верку наличия подпора воздуха при работающей фильтровентиляции. Эта проверка делается после обсыпки.

Рассмотрим, как она проходит.

При работающем фильтровентиляционном агрегате воздух засасывается вентилятором снаружи и подается в основное помещение сооружения. Здесь вследствие напора, создаваемого работающим вентилятором, давление (подпор) несколько повышается и воздух начинает искать выход. Если сооружение собрано правильно, воздух из основного помещения перетекает в тамбур через клапаны в верхних сегментах герметических дверей, а затем из первого тамбура через клапан избыточного давления и выходной канал — наружу.

Клапан избыточного давления (КИД) и защитное устройство ВЗУ исключают проникание ударной волны и отравляющих веществ внутрь сооружения, так как при малом подпоре клапан КИД закрывается.

Проверка подпора заключается в наблюдении при работающей вентиляции и закрытом шибере печи за клапанами перетекания в верхнем сегменте герметических дверей и за клапаном избыточного давления, находящимся на выходном воздуховоде или коробе. Если подпор есть, все эти клапаны должны открыться и поток воздуха пройдет через основное помещение, второй и первый тамбур наружу.

Если сооружение плохо герметизировано, то необходимый подпор 3—5 *мм* достичь трудно. В этом случае приходится тратить много времени на поиски мест утечки воздуха, конопатить щели изнутри, а иногда прибегать к частичной отрывке сооружения. Чтобы облегчить поиск мест утечки воздуха, пользуются горящей свечой или дымом. Горящую свечу подносят к местам стыка перегородок с покрытием, стенами, полом, а также к отверстиям, имеющимся внутри сооружения (вводы кабеля, воздуховодов, дымовых труб).

Если есть утечка, пламя свечи колеблется и отклоняется в сторону. Хорошо обнаруживаются места утечки и по дыму (например, от папиросы). Чаще всего утечка воздуха происходит у перегородок, если грунт около них не утрамбован. В этом случае рекомендуется проконопатить стыки перегородок со смежными блоками. Иногда приходится отрывать шурф (колодец) в обсыпке до верха перегородки и заливать стыки жидкой глиной. Все эти операции требуют много времени, сил, и, чтобы их избежать, нужно

герметизировать все узлы при сборке до обсыпки сооружения.

Иногда утечка воздуха получается между перегородкой и дверной рамой, если там не сделана соответствующая промасленная мягкая прокладка. Подобное явление может быть как в герметических, так и в защитных дверях. В таком случае, обнаружив утечку, следует перемонтировать дверь.

При тщательном выполнении всех рекомендаций и строгом следовании чертежам, особенно в герметизирующих деталях, убежище приобретает боеготовность сразу после обсыпки и монтажа внутреннего оборудования.

В сооружениях без фильтровентиляции (блиндажи, сооружения для наблюдения) делают проверку на герметичность вводов проводов, проверяют плотность прилегания дверей и тщательность герметизации перископа в покрытии путем окуривания изнутри. Хотя в этих сооружениях предусматривается использование индивидуальных средств противохимической защиты, хорошо герметизированное сооружение значительно облегчит пребывание в нем и работу личного состава, а также исключит проникание внутрь радиоактивной пыли и отравляющих веществ.

Обсыпка сооружений

Обсыпка сооружений, или, как ее еще называют, обваловка, производится вслед за сборкой остова, установкой вводных коробов и производством гидроизоляции. Если есть возможность, обсыпку проводят с помощью бульдозера или тягача с бульдозерным оборудованием.

Сам процесс обсыпки хотя и прост, но требует согласованных действий бульдозериста с командой, производящей сборку. Такое требование объясняется, во-первых, тем, что в процессе обвалования крупноблочных сооружений производится монтаж оборудования внутри остова, а во-вторых, в некоторых местах необходимо трамбование иногда даже с поливкой, если грунт очень сухой: около перегородок, тамбуров, коробов.

Если по условиям обстановки все работы проводились вручную, то и обсыпка проводится без применения средств механизации. По окончании обсыпки получившуюся насыпь планируют, откосы делают плавными или придают насыпи ту форму, которая соответствует маскировочному замыслу.

Если сооружение по условиям местности посажено высоко (высокий уровень грунтовых вод, каменистый грунт

на глубине 1—1,5 *м* и т. д.), то при обсыпке может не хватить грунта. В этом случае грунт берут с соседних участков (резервов) и подгребают бульдозером для формирования насыпи. Переходы резервов в горизонтальные участки и насыпь должны быть плавными, исходить из условий маскировки.

Маскировка сооружений

Маскировка сооружений, возводимых из железобетонных элементов, так же как и других фортификационных сооружений, является обязательной во всех условиях.

Демаскирующими признаками полевых фортификационных сооружений (сооружений для наблюдения, убежищ, штабных помещений, узлов связи) являются нарушение дернового покрова, тупиковые ходы сообщения у сооружений, земляные насыпи на покрытии, перископы наблюдательных сооружений. Ряд демаскирующих признаков связан с эксплуатацией: стоянки машин вблизи от сооружений, электропроводка и линии связи, дым от топки, движение личного состава на подходах к сооружению. Большим демаскирующим признаком является сам факт возведения сооружений, подвоз элементов и деталей, складирование и монтаж оборудования.

Только разумное, соответствующее конкретной обстановке маскировочное решение даст эффект. Комплекс маскировочных мероприятий по скрытию объекта или группы сооружений должен состоять из скрытия всех или некоторых сооружений иногда с одновременным показом ложных.

Ложные сооружения имитируются снятием дернового покрова, небольшими насыпями и участками тупикового хода сообщения от них. Ходы сообщения отрываются на глубину 40—50 *см*. Наблюдательные сооружения, кроме того, имитируются макетом перископа из дерева, подводкой воздушных линий связи, макетами автомобилей вблизи и т. д. Ложные сооружения, особенно убежища, требуют 1—2% от затрат на возведение реального сооружения, но при правильном их использовании в сочетании с другими мероприятиями (скрытие действительных объектов, маскировочный режим в ходе эксплуатации) могут ввести противника в заблуждение.

Каждое сооружение маскируется в соответствии с общим маскировочным замыслом по объекту в целом: маскировка в системе траншей, под окраину мелкого населенного пункта, под сельскохозяйственные постройки

и т. д. Демаскирующими признаками закрытого сооружения для наблюдения через перископ является обсыпка и сам перископ, поэтому на их маскировку и следует обращать основное внимание. Поскольку наблюдательные сооружения чаще всего располагаются в траншеях, обсыпка маскируется под бруствер. Для этого на соседних участках траншеи бруствер плавно уширяется в сторону сооружения, а часть обсыпки одерновывается или присыпается верхним слоем в зависимости от местных условий.

Если сооружение возводится не в системе траншей, то всю обсыпку нужно скрывать одернованием, присыпкой или табельными маскировочными покрытиями. Иногда при наличии нескольких сооружений и соответственно нескольких насыпей применяют прием распятнения местности. Он заключается в создании на местности пятен, аналогичных пятнам свеженасыпанного грунта в обсыпке сооружений. Это достигается сдиранием верхнего слоя грунта бульдозером (в крайнем случае дернорезом или вручную) на отдельных участках размером примерно 50—100 *м*². Таким образом, действительные сооружения и их насыпи как бы теряются в этих искусственных пятнах.

Перископ маскируется под пень, куст, валун, столбик в зависимости от окружающей местности. На гладкой местности, лишенной растительности, приходится создавать несколько искусственных кустов, пней и т. д., чтобы замаскированный перископ вписался в фон.

Убежища, штабные помещения, сооружения узлов связи маскируются в основном так же, как и сооружения для наблюдения через перископ. Обсыпка частично или полностью скрывается одернованием, маскировочными покрытиями или вписывается в распятненный фон. Обязательно перекрываются и маскируются тупиковые ходы сообщения, ведущие к сооружениям, так как они вместе с обсыпкой являются самыми сильными демаскирующими признаками сооружений на аэрофотоснимках.

Стоянки автотранспорта и специальных машин (штабных, связи) должны относиться от сооружений или маскироваться в общем боевом порядке под позиции танков и других обычных боевых машин, имеющихся поблизости.

Обязательным условием является непрерывность маскировки от возведения до окончания эксплуатации сооружения.

Сам процесс возведения должен маскироваться в зависимости от условий местности, обстановки, активности противника и возможностей его разведки. В боевой прак-

тике и на учениях войск в мирное время использовались такие приемы, как устройство горизонтальных и вертикальных масок при возведении сооружений, перекрытие дорог и подступов с целью исключить агентурную разведку, имитация постройки сельскохозяйственных сооружений, имитация разборки или разрушения постройки и т. д.

Очень важным является режим эксплуатации сооружений.

В дневное время должны быть сведены к минимуму хождения, исключена топка, уменьшено движение машин в районе сооружения и т. д. Если погода холодная и приходится топить днем, то для выхода дыма устраивается специальный приямок, перекрытый сверху. В таком шалаше дым смешивается с воздухом, а затем уже выходит наружу.

Опытные командиры знают цену маскировке и всегда строго требуют ее выполнения. Действительно, те 5 или 7% дополнительных затрат, которые требуются на маскировку, компенсируются, а условия разведки для противника усложняются. Наоборот, пренебрежение маскировкой всегда приводит к непоправимым потерям и сводит на нет все затраты по возведению и оборудованию сооружений.

В заключение краткого описания приемов маскировки сооружений укажем еще на одно важное требование. Маскировка должна быть индивидуальной, она требует каждый раз оригинальности и изобретательности.

В итоге приведем график возведения сооружения СБК (табл. 10).

Как видно из графика, параллельно с трассировкой и отрывкой котлована проводились подвозка элементов и их складирование в соответствии со схемой организации возведения (рис. 27). Сборка проводилась с помощью трехтонного крана, что значительно затрудняло ее и увеличивало затраты времени. Если учесть возможность большего совмещения операций, использования пятитонного крана, а также увеличения команды на сборке с 7 до 10—12 человек, то время сборки уменьшится с 16 до 10—12 *ч*.

Возведение сооружения УСБ такой же командой может быть осуществлено за 16—18 *ч*.

Если возводится несколько сооружений, то рекомендуется составить сводный график, в соответствии с которым используются специалисты-монтажники, а также средства механизации.

Таблица 10

ГРАФИК ВОЗВЕДЕНИЯ СООРУЖЕНИЯ СБК

№ по пор.	Наименование операции	Единица измерения	Объем работ	Потребно чел.-час.	Потребно маш.-час.	Часы 1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	Примечание
1	Перевозка элементов к месту возведения	компл.	1	9	К-32 3		3															
2	Разбивка и отрывка котлована бульдозером	$м^3$	150	3	Д-157 3		1															Грунт песчаный
3	Планировка дна котлована вручную	$м^2$	30	6	—				6													
4	Сборка остова сооружения (элементы К-1)	шт.	12	16	К-32 4					4					4							
5	Установка торцовых стенок (элементы К-2)	шт.	2	2	К-32 0,5							4					4					
6	Сборка входа (элементы У-2)	шт.	38	10	К-32 2,5								4									
7	Сборка помещений для ФВУ (элементы У-2 и К-3)	шт.	13	2	К-32 0,5												4					

№ по пор.	Наименование операции	Единица измерения	Объем работ	Потребно		Часы																Примечание
				чел.-час.	маш.-час.	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	
8	Изготовление коробок и установка герметических и защитных дверей	шт.	3	6	ПЭС-15 0,5	2								2								ДЗМ монтировалась в горизонтальном положении
9	Устройство гидроизоляции	$м^2$	60	4	—													4				
10	Изготовление коробов. Монтаж ФВУ и ОПП	компл.	По 1	10	ПЭС-15 0,5		2					2								2		
11	Конопатка	*пог. м*	50	8	—												2					
12	Засыпка пазух и трамбование	$м^3$	6	4	—														4			
13	Обваловка сооружения бульдозером	$м^3$	120	2	Д-157 2,0															1		
14	Маскировка и вспомогательные работы	—	—	30	—		1				3					1				4	7	
	Итого . . .			112	К-32—10,5 Д-157—5,0 ПЭС-15—1,0																	

Техника безопасности

После описания всех этапов возведения сборных железобетонных сооружений необходимо особо остановиться на технике безопасности.

При возведении сооружений необходимы, кроме организованности и высоких темпов, высокая дисциплина и соблюдение требований по технике безопасности, начиная с отрывки котлована и кончая обсыпкой сооружения.

При отрывке или обваловании с помощью средств механизации нужно тщательно соблюдать установленные сигналы и команды для бульдозериста или экскаваторщика. Особенно строго нужно следить за этим, если параллельно в котловане или вблизи места отрывки ведутся какие-либо другие работы: предварительная сборка, подчистка грунта вручную и другие.

На сборке объекта должен находиться старший команды, подающий сигналы водителям механизмов и личному составу. Если старший отлучается, то он обязательно оставляет за себя одного из своих подчиненных.

Монтаж блоков в котловане требует четкого взаимодействия между старшим, крановщиком, такелажниками и монтажниками, которые с помощью ломиков, направляющих и других приспособлений помогают крановщику точно установить блок. Основное правило на этой операции — **не разрешать никому стоять под грузом.** Это же правило является основным и при погрузочно-разгрузочных работах.

Сборка сооружений из мелких элементов вручную требует осторожности как при переноске элементов, так и при их установке. При переноске нужно следить, чтобы производилась тщательная строповка, если используются лебедки, лямки, катки, шесты и другие средства малой механизации. При установке элементов обязательна страховка до того момента, пока элемент не установлен и не прикреплен скрутками. Особенно это относится к ригелям из железобетонных балок и к стойкам.

Перед обсыпкой тщательно проверяется сборка, наличие скруток, монтажных подкосов и других страхующих приспособлений.

Никакие требования ускорения работ, экономии сил не могут делаться за счет пренебрежения техникой безопасности. Даже в самых тяжелых условиях, при самых жестких требованиях к темпам сборки нельзя нарушать

технику безопасности. Нельзя допускать, чтобы из-за неорганизованности или пренебрежения правилами техники безопасности люди получали травмы и увечья.

Разборка сооружений

Разборка сооружений часто применяется при необходимости повторного использования железобетонных элементов и оборудования. В каждом случае целесообразность разборки и перевозки сооружения к новому месту возведения определяется тактико-экономическим расчетом. Как правило, при наличии материалов на новом месте возведения перевозка автомашинами целесообразна из экономических соображений на расстояния до 600—800 *км*, но по другим соображениям, особенно при затруднении с получением новых элементов или их изготовлением, практикуются перевозки и на более дальние расстояния.

Разборка сооружения состоит из демонтажа внутреннего оборудования, частичной отрывки сооружения и разборки железобетонного остова.

Демонтаж внутреннего оборудования производится в порядке, обратном порядку монтажа. Демонтируются вентилятор, фильтры поглотители и детали. Снимаются противовзрывные устройства, дымоходы, воздуховоды, печь и двери. Весь демонтаж с упаковкой занимает 3—4 *ч* и выполняется 3—4 человеками.

После демонтажа внутреннего оборудования или параллельно с ним производится частичная отрывка сооружения с помощью бульдозера. Для этого снимается грунт с покрытия, а затем вдоль стен сооружения на $^1/_2$—$^1/_3$ его высоты отрывается траншея. После выполнения такой отрывки начинается разборка сооружения с помощью крана или вручную (если оно из мелких блоков). Земля по возможности обрушается наружу, чтобы не загружать пол и не затруднять разборку. Первоначальная подвижка элементов осуществляется ломами, затем запасовываются тросы, отсоединяются скрутки в замке полуарок и элементы извлекаются, очищаются от грунта и складируются или грузятся непосредственно в транспортные средства.

При разборке, так же как и при сборке, должны строго соблюдаться требования техники безопасности.

Глава IV

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ЖЕЛЕЗОБЕТОННЫХ ИЗДЕЛИЙ ГРАЖДАНСКОГО СТРОИТЕЛЬСТВА В РАЙОНЕ БОЕВЫХ ДЕЙСТВИЙ

В ходе боевых действий **или** при поспешном заблаговременном строительстве могут быть широко использованы железобетонные элементы гражданских зданий и сооружений. Эти элементы могут встретиться в виде строительных деталей на складах, домостроительных заводах и заводах железобетонных изделий, а также могут быть взяты при разборке жилых и промышленных зданий и сооружений, коммунальных предприятий, транспортных и дорожных сооружений.

Здания современных городов, населенных пунктов или промышленных поселков состоят в основном из железобетонных деталей: плиты перекрытия, балки, колонны, прогоны (главные балки), трубы, кольца, канализационные коллекторы, детали заборов и оград, столбы воздушных линий электропередач и телефона и многие другие детали.

Каждый тип перечисленных деталей имеет совершенно различные прочностные показатели и конструктивные характеристики, а поэтому может быть использован только для определенных сооружений или их частей.

Особенно широко могут использоваться детали гражданских сооружений в войсковом и оперативном тылу, а также при возведении сооружений гражданской обороны.

Крытые щели, блиндажи, убежища, сооружения для пунктов управления — таков далеко не полный перечень объектов, которые могут быть возведены из деталей гражданских зданий и сооружений.

Используя детали зданий, следует по-возможности получить чертежи или технические характеристики деталей.

Рассмотрим основные типы деталей, встречающихся в городах и населенных пунктах.

Плиты для покрытий (кровли) промышленных зданий и общественных сооружений обычно имеют небольшую толщину (3—4 *см*) и для прочности ребра жесткости. Расчетными нагрузками для этих плит являются собственный вес, давление ветра и снега, поэтому их несущая способность, как правило, невелика и составляет 0,2—0,4 *кг/см*^{2}. Такая небольшая несущая способность позволяет использовать кровельные плиты только для перекрытых щелей и ходов сообщения, ниш и других простейших сооружений. При необходимости устройства блиндажа из подобных плит необходимо, во-первых, уменьшить пролет блиндажа с 1,2 *м* (типовые сооружения) до 0,8—1,0 *м*, а плиты на покрытии укладывать в 2—3 слоя. Каждая плита должна укладываться ребрами поперек продольной оси блиндажа, чтобы она работала лучше.

Плиты и панели для перекрытий очень разнообразны по форме, пролетам, конструкции и прочностным показателям. Эти плиты могут быть ребристыми, пустотными, сплошными и т. д. Несущая способность плит колеблется от 0,5 до 3 *кг/см*^{2} при пролетах 1—3 *м*. Плиты перекрытий можно использовать на стены и перекрытия блиндажей и убежищ, но, поскольку трудно бывает определить действительную несущую способность, рекомендуется пролеты убежищ делать не более 1,6 *м*, а плиты укладывать в два слоя. Обязательно нужно обращать внимание на правильность укладки плит. Ребра, пустоты, приливы на краях должны располагаться перпендикулярно пролету, т. е. поперек оси сооружения в покрытии и вертикально в стенах. Как плиты покрытий, так и различные конструкции перекрытий, являющиеся сравнительно слабыми элементами, желательно укладывать в покрытие фортификационных сооружений со свесами на опорах (консолями). Такое расположение облегчает работу плиты и повышает ее несущую способность.

Балки, колонны и прогоны — наиболее прочные детали зданий и сооружений. Именно эти конструкции составляют каркас здания, поэтому их применение в фортификационных сооружениях наиболее желательно. Несущая способность элементов каркаса зданий составляет 1,5—2 *кг/см*^{2} и более при укладке их на двухметровом пролете. Балки, прогоны и колонны могут использоваться на перекрытия и стены закрытых фортификационных сооружений, блиндажей и убежищ при пролетах 1,6—2 *м*.

Трубы и кольца в условиях всестороннего обжатия грунтом являются довольно прочными конструкциями и могут рекомендоваться для самого широкого использования в индивидуальных укрытиях, открытых огневых сооружениях и блиндажах. Кольца диаметром 1,8—2 *м* могут использоваться для убежищ, причем обычно в усилении не нуждаются.

Чтобы представить, как использовать детали гражданских зданий, ниже приводится несколько конструктивных решений фортификационных сооружений. При выборе типов блоков для конструирования из них сооружений исходили из того, чтобы эти блоки были массовыми, чтобы в итоге получались сооружения требуемой прочности и габаритов, чтобы количество типоразмеров на одно сооружение было минимальным, а все блоки транспортабельны и удобны в сборке. Следует, однако, иметь в виду, что приводимые решения являются ориентировочными, поскольку конструкции и типы блоков постоянно меняются и редко на деле будут такие типы блоков, из которых сконструированы описанные сооружения.

Цель этих ориентировочных решений — показать выбор общей схемы сооружения, конструкции входа, перегородок и других деталей сооружений.

Поскольку железобетонные элементы не предназначены для фортификационных сооружений и в них отсутствуют соответствующие конструктивные детали (стыки, приливы, выпуски арматуры), для компоновки сооружений часто придется прибегать к вспомогательным конструкциям из дерева, металла и других материалов для распорок, рам, накладок. Эти приемы также показаны в приводимых ниже примерных решениях.

На рис. 35 показан блиндаж из кольцевых элементов, собираемый с помощью автокрана.

Входные устройства (опорные рамы, дверь, крепление крутостей) выполняются из лесоматериала. При необходимости такое сооружение может возводиться из колец большего или меньшего диаметра, а также собираться большей длины, обеспечивающей размещение фильтровентиляционного и бытового оборудования. На возведение блиндажа с учетом изготовления деревянных конструкций силами одного отделения требуется 8—10 *ч*.

При возведении убежища подобной конструкции остов собирается длиной 8—10 *м*, для использования при химическом нападении устраиваются две герметические перего-

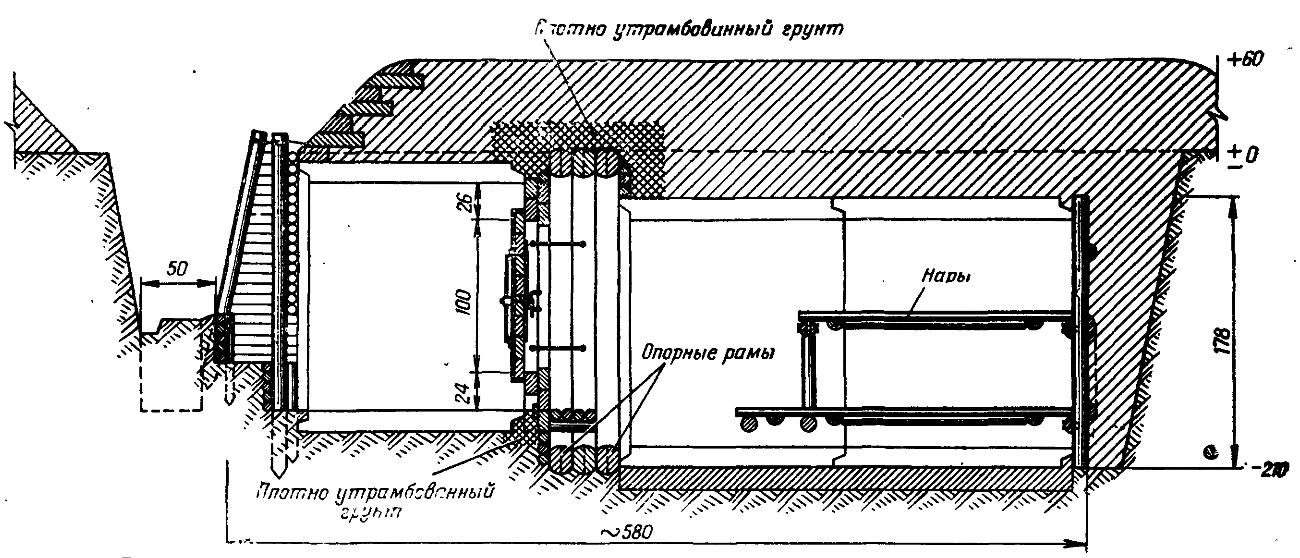


Рис. 35. Блиндаж из кольцевых элементов народнохозяйственного назначения (продольный разрез)

родки с герметическими дверями. Расположение и монтаж внутреннего оборудования такого убежища ничем не отличаются от оборудования других железобетонных убежищ. Герметические перегородки должны по всему периметру входить в грунт на 5—10 *см* с тщательным трамбованием при обсыпке.

При наличии на месте различных по конструкции железобетонных элементов для возведения блиндажей и убежищ предпочтение следует отдавать кольцевым элементам, отличающимся наибольшей прочностью и простотой возведения.

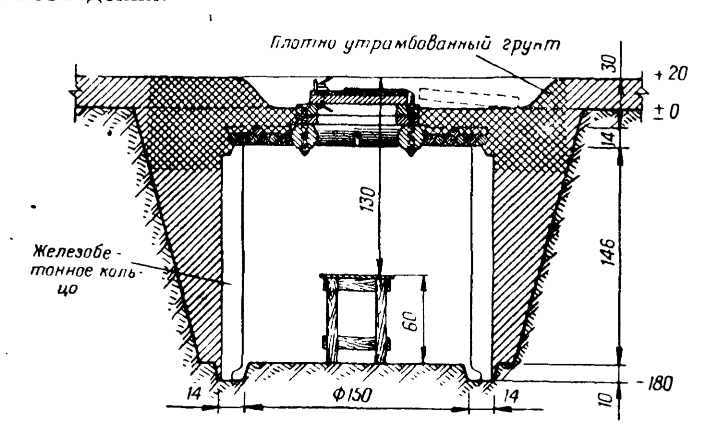


Рис. 36. Сооружение для наблюдения и ведения огня (разрез)

Кроме блиндажей и убежищ, из кольцевых элементов можно возводить огневые и наблюдательные сооружения.

На рис. 36 показано сооружение для наблюдения и ведения огня из автомата или ручного пулемета.

Сооружение представляет собою кольцо, установленное в котловане вертикально. Наблюдение или огонь ведется при открытом люке. Если необходимо укрыться, люк закрывается, и наблюдатель опускается на дно сооружения. Перекрытие устраивается из бревен или жердей, а люк — из досок.

Несколько сложнее решается сборка остовов закрытых сооружений при использовании плоских элементов плит или балок. Поскольку в этих элементах, как правило, нет четвертей или других конструкций, обеспечивающих угловой стык, приходится прибегать к деревянному или метал-

лическому распорному каркасу. На рис. 37 показан поперечный разрез блиндажа из плоских плит. Так как плита довольно слабая, покрытие в сечении состоит из двух плит, уложенных одна на другую, с консолями по обе стороны. Собственный вес покрытия и нагрузка от средств поражения (сверху) передаются непосредственно на плиты стен. Нагрузка, действующая на стены, воспринимается каркасом из подтоварника. Такая схема соответствует ха-

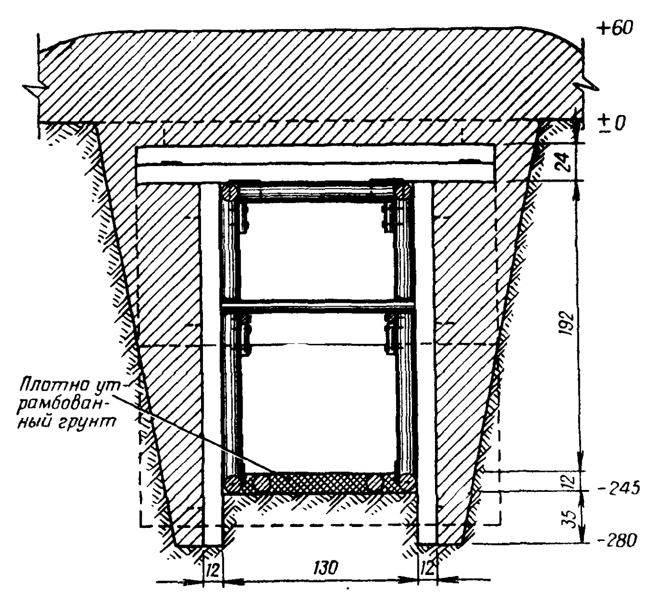


Рис. 37. Блиндаж из плит народнохозяйственного назначения (поперечный разрез)

рактеру приложения нагрузки: сверху нагрузка значительно большая, она передается на железобетонные плиты стен, а боковая, меньшая, на распорный каркас. Чтобы эта схема выдерживалась, необходимо при сборке обращать внимание на плотное опирание покрытия на стены и на обязательное наличие зазора между покрытием и деревянными распорными рамами.

Конструкция входа, дверного блока и опорных рам, а также забирки торца сооружения аналогична сооружению из колец, показанному на рис. 35.

Закрытые сооружения для наблюдения и ведения огня возводятся довольно редко, но поскольку все же иногда

к ним прибегают, покажем, как возводятся такие сооружения из плит, перемычек или балок. На рис. 38 показано сооружение для наблюдения или ведения огня из стрелкового оружия.

Поперечное сечение такого сооружения аналогично сооружению из плит. Для обеспечения общей устойчивости устраивается деревянный распорный каркас, работающий так, как это описано выше.

Вход и защитная дверь — типовые. Важной деталью сооружения является амбразура для наблюдения или ведения огня. Поскольку само сооружение по защитным свойствам получается довольно надежным, задача заключается в защите этого отверстия и достигается с помощью щита, закрепленного шарнирно в нижней точке. Щит — двухслойный, дощатый, с герметизирующими валиками по периметру. Открывание и закрывание осуществляются изнутри с помощью шнура. В закрытом положении амбразурный щит притягивается к коробке задрайкой.

Возведение данного сооружения требует особого внимания к вопросам посадки и маскировки, так как оно находится, как правило, в поле видимости со стороны противника. Маскировка сооружения в целом производится обычным порядком, а амбразура маскируется сеткой с вплетениями под фон местности. Подобные сооружения можно возводить только на пересеченной местности, так как на равнине они выделяются полутора — двухметровой обсыпкой и легко опознаются противником.

Имеющиеся в районе боевых действий заводы и полигоны сборного железобетона должны учитываться и использоваться.

На таких заводах или вблизи них могут находиться запасы цемента, арматуры, инертных материалов, а оборудование заводов может послужить базой для изготовления элементов фортификационных сооружений.

Все существующие предприятия, производящие железобетонные изделия, по своим технологическим схемам могут быть конвейерными, агрегатными или стендовыми.

Конвейерные и агрегатные заводы работают на выпуск определенного типа продукции (трубы, панели домов и т. д.), и их оборудование практически перестроить на другой вид изделий трудно.

Заводы и полигоны стендовой технологии представляют собою производства, аналогичные по оснастке и технологии войсковым бетонным заводам. Формование изделий произ-

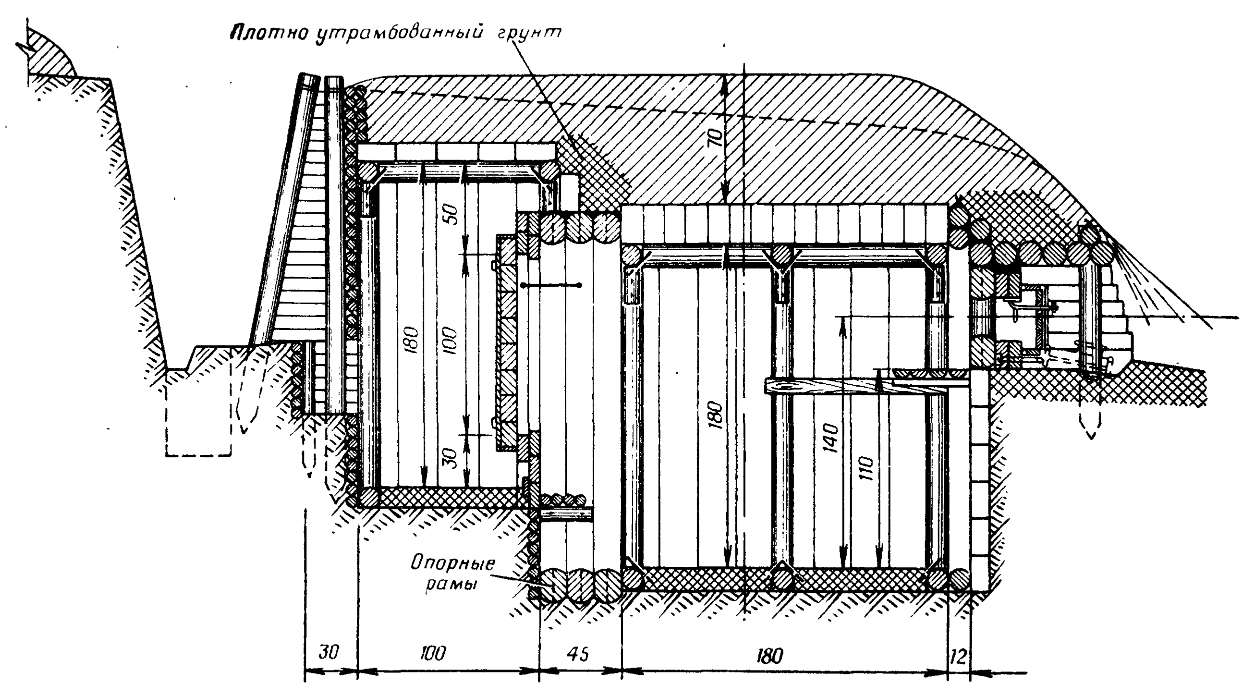


Рис. 38. Сооружение для наблюдения или ведения огня, собираемое из балок народнохозяйственного назначения (продольный разрез)

водится обычно в виброформах или металлической опалубке, иногда применяется пропаривание.

При использовании стационарных народнохозяйственных заводов следует иметь в виду, что карьерное, складское хозяйство (запасы материалов) и бетоносмесительные цеха можно использовать полностью.

Арматурное и формовочное оборудование удается применить лишь частично в конвейерном и агрегатном производстве и в большей мере при стендовом.

Такое универсальное арматурное оборудование, как сварочные станки, станки резки и правки, можно использовать полностью.

Специализированное оборудование (станки для намотки арматуры, труб небольшого диаметра, станки для армирования панелей междуэтажных перекрытий и другие) требует либо некоторых переделок, либо может использоваться частично.

Формовочные цеха специализированных агрегатных предприятий, особенно конвейерных, как правило, для выпуска специальных элементов фортификационных сооружений перестроить трудно. Для формовки наиболее целесообразно изготовить новые виброформы с использованием имеющегося металла, вибраторов и грузоподъемных средств (тали, тельферы, козловые краны).

Принимая решение об использовании народнохозяйственных заводов, нужно ясно представлять себе те сроки, которые необходимы на их переоборудование. Даже полное использование бетоносмесительного и арматурного цехов потребует изготовления виброформ, т. е. нескольких суток при очень напряженной работе. Поэтому, если детали нужны через несколько часов, лучше выпустить те, которые освоены заводом, и из них собирать сооружения, параллельно подготавливая переход на специальные изделия. Такое решение первое время приведет к перерасходу железобетона на 30—50% на гражданских элементах по сравнению со специальными, но даст возможность максимально быстро получить готовую продукцию.

Следует иметь в виду, что, кроме деталей фортификационных сооружений, на полевых и народнохозяйственных заводах железобетонных изделий можно изготавливать детали для возведения и восстановления мостов, дорог (дорожные плиты), заграждений и многих других целей.

Сборный железобетон — современный, очень распространенный материал, нужно уметь правильно и эффективно использовать его в военных целях.

ОГЛАВЛЕНИЕ

Стр.

Введение 3

Глава I. **Конструкции и внутреннее оборудование сборных железобетонных фортификационных сооружений** 5

Сооружение для наблюдения через перископ 11

Блиндажи 16

Сооружение из элементов сводчатого очертания 19

Сооружение УСБ 26

Сооружение СБК 30

Деревянная защитная дверь 35

Металлическая защитная дверь 37

Фильтровентиляционный комплект 38

Полевой отопительный комплект ОКП 40

Глава II. **Изготовление сборных железобетонных сооружений** 43

Бетон . . . . . —

Арматура 49

Подбор состава бетона 50

Инженерная разведка для развертывания бетонного завода 54

Заготовка материалов 55

Приготовление бетонной смеси 57

Изготовление арматурных каркасов 60

Бетонирование 66

Глава III. **Возведение сооружений** 78

Посадка сооружений . . . . . —

Разбивка (трассировка) котлована 79

Отрывка котлована 81

Перевозка элементов . . . . . —

Сборка сооружений 84

Монтаж внутреннего оборудования 90

Обсыпка сооружений 95

Маскировка сооружений 96

Техника безопасности 101

Разборка сооружений 102

Глава IV. **Использование железобетонных изделий гражданского строительства в районе боевых действий** 103

Олег Дмитриевич Кулабухов

СБОРНЫЕ ЖЕЛЕЗОБЕТОННЫЕ ФОРТИФИКАЦИОННЫЕ СООРУЖЕНИЯ

М. Воениздат, 1963, 112 с.

Под наблюдением редактора полковника *В. Ф. Машевского*

Техический редактор *Р. И. Чаплева*   Корректор *Комароза Л. П.*

Сдано в набор 24.10.62 г.   Г-96010.   Подписано к печати 21.1.63 г.

Формат бумаги 84×108 1/32 — 3 1/2 печ. л. = 5,74 усл. печ. л. = 5,723 уч.-изд. л.

Изд. № 5/3589.   Тираж 4 500 ТП 63 г. № 170   Зак. 637.

1-я типография

Военного издательства Министерства обороны СССР

Москва, К-6, проезд Скворцова-Степанова, дом 3

Цена 20 коп.